



**CENTINELA**  
ANTOFAGASTA MINERALS



MINERA CENTINELA  
INGENIERÍA DE DETALLES  
MODIFICACIONES CORREAS CHANCADO 2°-3°  
INFORME  
INFORME DE CIERRE  
KEY-GP-CSE-1082343-310-Z-TR-001 R0

### REVISIONES-ESTADO DEL DOCUMENTO

Keypro Ingeniería						MINERA CENTINELA	
Rev.	Fecha	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Emitido para	Revisado por	Aprobado por
A	26-08-2016	PSB	CMN	LCM	Coordinación Interna		
B	16-09-2016	PSB	CMN	LCM	Aprobacion	---	JLV
0	19-10-2016	PSB	CMN	LCM	Emission Final	---	JLV

PS. 7. [Signature]

**MINERA CENTINELA**

**INGENIERÍA DE DETALLES**

**MODIFICACIONES CORREAS CHANCADO 2°-3°**

**INFORME**

**INFORME DE CIERRE**

**KEY-GP-CSE-1082343-310-Z-TR-001**

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>1</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>6</b>
1.1	Objetivos .....	6
1.2	Metodología.....	6
1.3	Conclusiones .....	6
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL Y ALCANCE DEL PROYECTO .....</b>	<b>10</b>
4.1	Objetivo del Proyecto.....	10
4.2	Límites de Batería Proyecto .....	10
4.3	Descripción General .....	10
<b>5</b>	<b>BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO .....</b>	<b>12</b>
5.1	Referencias.....	12
5.2	Bases de Diseño .....	12
5.3	Criterios para Simulaciones .....	14
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>16</b>
6.1	Pre diseño.....	16
6.2	Simulación Dinámica .....	16
6.3	Verificación.....	21
<b>7</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
7.1	Chute de traspaso del alimentador 311-FE-001/003 a la correa transportadora 315-CV-015 .....	24
7.2	Chute de traspaso de correa transportadora 315-CV-015 a correa transportadora 315-CV-016. ....	27

7.3	Chute de traspaso de correa transportadora 315-CV-016 a harnero secundario 315-VS-001. ....	28
7.4	Chute de traspaso de Correa 316-CV-019 a Correa 316-CV-020. ....	31
<b>8</b>	<b>CONSTRUCTIBILIDAD .....</b>	<b>32</b>
8.1	Planificación de la construcción: .....	32
8.2	Programación de la construcción: .....	33
8.3	Cumplimiento de normativas de Minera Centinela: .....	34
8.4	Fabricación de Chutes: .....	34
8.5	Secuencia y Métodos Constructivos: .....	35
8.5.1	Chute de Alimentador FE-003 a Correa CV-015.....	35
8.5.2	Chute de Correa CV-015 a Correa CV-016.....	38
8.5.3	Chute de Correa CV-016 a Harnero Secundario VS-001 .....	39
8.6	Seguridad:.....	41
8.7	Optimizaciones de la ingeniería: .....	42
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>43</b>

### Lista de Tablas

Tabla 5.1:	Granulometría Alimentación Planta Chancado Secundario Terciario .....	13
Tabla 8.1	Hitos Programa de Construcción .....	34

### Lista de Figuras

Figura 5.1:	Granulometría Chancado 2°/3°.....	13
Figura 6.1:	Simulación alimentadores 311-FE-001/003 a la correa 315-CV-015.....	17
Figura 6.2:	Simulación Chute Correa 315-CV-015 a 315-CV-016. ....	18
Figura 6.3:	Simulación Chute Correa 315-CV-016 a Harnero Secundario .....	19
Figura 6.4:	Simulación Chute correa 316-CV-019 a Correa 316-CV-020.....	20
Figura 6.5:	Vista planar chute de alimentación. ....	21
Figura 6.6:	Vista frontal de armado de nube de puntos de zona levantada.....	22
Figura 6.7:	.....	23
Figura 6.8:	.....	23
Figura 7.1:	Chute alimentación correa 315-CV-015.....	25
Figura 7.2:	Soporte inferior y superior del chute alimentación 315-CV-015.....	26
Figura 7.3:	Chute Descarga 315-CV-015 a Correa 315-CV-016.....	27
Figura 7.4:	Chute Descarga a Harnero.....	29
Figura 7.5:	Soporte chute correa 315-CV-016.....	30

---

Figura 7.6: Chute Descarga 316-CV-019 a correa 316-CV-020.....	31
Figura 8.1: Programa Preliminar Base.....	33

## 1 RESUMEN EJECUTIVO

Dentro del proceso de mejoramiento de sus instalaciones, que actualmente desarrolla Minera Centinela, la Gerencia de Planta Sulfuros, ha solicitado a Keypro Ingeniería, desarrollar el proyecto de Modificaciones Correas Chancado Secundario Terciario.

### 1.1 Objetivos

Los objetivos del proyecto son:

- Rediseñar el chute de traspaso feeder domo de gruesos a CT-15 para mejorar la vida útil de las placas de desgaste y su mantenibilidad.
- Rediseñar el chute CT-15/CT-16 con el objetivo de ampliar su capacidad y aumentar vida útil de placas de desgaste, asegurando una operación altamente efectiva de los sensores de atollo.
- Rediseñar el chute CT-16/Harnero 2° con el objetivo de ampliar su capacidad del chute, mejorar vida útil de placas de desgaste, mejorar la distribución del mineral en la caja de alimentación del harnero y evitar derrames que destruyen continuamente el fuelle de contención de polvos fugitivos con que cuenta el harnero.
- Completar Chute CT-19/CT-20. Rehacer y completar la unión con pieza metálica y placa desgaste para corregir esta.

### 1.2 Metodología

La metodología utilizada para el diseño de los chutes es:

- Pre diseño: En base a los diseños realizados por Metso y los problemas detectados en cada uno de los chutes, se realizaron pre diseños, ayudando a los problemas de atollo y desgaste prematuros.
- Simulación: Utilizando el pre-diseño y los criterios de simulación planteados en el punto anterior, se realizaron simulaciones para cada chute, chequeando el comportamiento del mineral, el desgaste del revestimiento y las camas de piedra.
- Verificación: A partir de los resultados de las simulaciones de los diseños planteados se realizó un levantamiento laser con el objetivo de identificar posibles interferencias entre lo diseñado y lo físico.

### 1.3 Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio:

- Chute de traspaso del alimentador 311-FE-001/003 a la correa transportadora 315-CV-015
  - Se modificó el diseño del chute
  - Se cambiaron los espesores de los revestimientos interiores del chute a 37 mm además de cambiar la dureza, la cual paso a 700 HB.

- Se cambió la estructura de soporte superior e inferior del chute, lo cual se puede ver en detalle en los siguientes planos N° KEY-GP-CSE-1082343-311-S-DW-001 Y N° KEY-GP-CSE-1082343-311-S-DW-002.
- Se modificaron los accesos de las puertas de inspección de los chutes.
- Se cambió el tipo de fijación de los revestimientos interiores (planchas desgastes) empernados a fijación anclados.
- Chute de traspaso de correa transportadora 315-CV-015 a correa transportadora 315-CV-016.
  - Se modificó el diseño del chute
  - Se cambiaron los espesores de los revestimientos interiores del chute a 37 mm además de cambiar la dureza, la cual paso a 700 HB.
  - Se modificaron los accesos de las puertas de inspección de los chutes.
- Chute de traspaso de correa transportadora 315-CV-016 a harnero secundario 315-VS-001.
  - Se modificó el diseño del chute
  - Se cambiaron los espesores de los revestimientos interiores del chute a 37 mm además de cambiar la dureza, la cual paso a 700 HB.
  - Se modificaron los accesos de las puertas de inspección de los chutes.
  - Se reforzó la estructura de la correa 315-CV-016 que soporta el chute (en la zona de la cabeza), se modificó el yugo para el izaje de la correa 315-CV-016. Para mayor detalle revisar los planos estructurales N° KEY-GP-CSE-1082343-315-S-DW-001.
  - Se realiza modificación a la boca de alimentación al harnero 315-CV-001, además se incluyen planchas de protección (malla) en la zona de alimentación del harnero.
- Chute de traspaso de Correa 316-CV-019 a Correa 316-CV-020.
  - Se modificó el diseño del chute
  - Se cambiaron los espesores de los revestimientos interiores del chute a 37 mm además de cambiar la dureza, la cual paso a 700 HB.
  - Se modificaron los accesos de las puertas de inspección de los chutes.
  - Se reforzó la estructura de la correa 315-CV-019 que soporta el chute (en la zona de la cabeza). Para mayor detalle revisar los planos estructurales.

## 2 INTRODUCCIÓN

Minera Centinela está ubicada a 40 km de Sierra Gorda en la II región de Antofagasta a 2.300 msnm. Centinela es un yacimiento de Cu, Au y Mo cuya explotación se realiza a rajo abierto desde donde se extrae el mineral a una tasa nominal de diseño de 105 kt/d hacia la planta concentradora.

Dentro del proceso de mejoramiento de sus instalaciones, que actualmente desarrolla Minera Centinela, la Gerencia de Planta Sulfuros, ha solicitado a Keypro Ingeniería, desarrollar un conjunto de estudios e ingenierías de detalles, que involucran optimizaciones desde la etapa de chancado primario hasta el manejo de relaves, y que tienen como principal objetivo mejorar las condiciones de operación y mantención de las diferentes operaciones unitarias involucradas en el proceso.

El siguiente documento corresponde al informe de cierre del proyecto Modificaciones Correas Chancado Secundario Terciario, entregando los análisis y determinación de los nuevos diseños de chutes en diferentes correas de la planta.



### 3 ANTECEDENTES

Los antecedentes más relevantes considerados para el desarrollo del presente documento, son los siguientes:

- Planos Proyecto Esperanza Ingeniería de Detalle, Metso 2014.
- Informe Final, Análisis Mantenibilidad y Riesgo Operacional Planta Chancado Secundario y Terciario, documento N° E50437-EDE-000-OPM-INF-0101, R0 2016, Ingeniería La Cumbre S.A.
- Informe Diagnostico Técnico Sistema Manejo Materiales Plantas de Chancado Secundario y Terciario, R0 2016, Kaproin Ltda.

## **4 DESCRIPCIÓN GENERAL Y ALCANCE DEL PROYECTO**

### **4.1 Objetivo del Proyecto**

Los objetivos del proyecto son:

- Rediseñar el chute de traspaso feeder domo de gruesos a CT-15 para mejorar la vida útil de las placas de desgaste y su mantenibilidad.
- Rediseñar el chute CT-15/CT-16 con el objetivo de ampliar su capacidad y aumentar vida útil de placas de desgaste, asegurando una operación altamente efectiva de los sensores de atollo.
- Rediseñar el chute CT-16/Harnero 2° con el objetivo de ampliar su capacidad del chute, mejorar vida útil de placas de desgaste, mejorar la distribución del mineral en la caja de alimentación del harnero y evitar derrames que destruyen continuamente el fuelle de contención de polvos fugitivos con que cuenta el harnero.
- Completar Chute CT-19/CT-20. Rehacer y completar la unión con pieza metálica y placa desgaste para corregir esta.

### **4.2 Límites de Batería Proyecto**

- Límites de Batería:
  - Desde : Alimentadores de Correa Acopio Mineral
  - Hasta : Descarga de Sobretamaño Harneros Terciarios

### **4.3 Descripción General**

En la Planta de Chancado Secundario y Terciario se han realizados estudios donde se han detectado problemas de atollo, desgaste prematuros, alto ruido, generación de polvo y falta de espacio para realizar mantenciones.

A continuación, se detallan los problemas detectados en los chutes de la planta de chancado secundario terciario:

- Chute alimentador 311-FE-001/003 a correa 315-CV-015
  - Chute presenta alto ruido y alta generación de polvo, lo cual indica diseño inadecuado.
  - Faltan accesos al interior del chute y espacios de mantenimiento.
  - Todas las placas son con pernos.
  - Bandejas eléctricas cercanas al chute impedirán instalación de equipos de izamiento o compuertas de chute.
- Chute correa 315-CV-015 a correa 315-CV-016

- Chute presenta alto ruido y generación de polvo, lo cual indica diseño optimizable.
- Faltan accesos al interior del chute y espacios de mantenimiento.
- Todas las placas son con pernos.
- El cuerpo superior del chute está sometido a fuertes impactos de colpas en la pared delantera del chute, a tal punto que la plancha frontal del chute está levemente deformada.
- Chute descarga correa 315-CV-016 a harnero secundario 315-VS-001
  - El chute dispone de una plancha que desvía parte del flujo hacia el centro del harnero. Al parecer la distribución del material a todo el ancho del harnero no se logra, ya que además la boca de salida del chute es estrecha. De acuerdo a lo que se ve en terreno el flujo de material estaría cayendo en su mayoría en la zona central de la parrilla del harnero en vez de cubrir todo el ancho. Esto hace perder eficiencia del harnero.
  - El Chute no permite que los finos captados por el raspador secundario ingresen dentro del chute, sino justamente por detrás de él.
  - Se acumula mucho material húmedo sobre la hoja del raspador primario. Hay partículas que quedan atrapadas entre la hoja del raspador y la cinta lo que hace que la hoja se retire levemente del contacto con la cinta dejando pasar finos hacia el retorno de la correa.
- Chute descarga correa 316-CV-019 a correa 316-CV-020
  - No hay acceso expedito al interior del chute para su mantenimiento, se debe sacar mitad superior para ello.
  - El chute tiene un sello de goma en la parte trasera dentro del cual se ha acumulado material hasta romperlo.

## 5 BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO

### 5.1 Referencias

A continuación, se presenta el listado de referencias utilizadas en la elaboración de los balances de masas.

Código	Descripción
A	Criterio Centinela
B	Criterio Keypro
C	Estadística - Operaciones
D	Cálculo Keypro
E	Industria

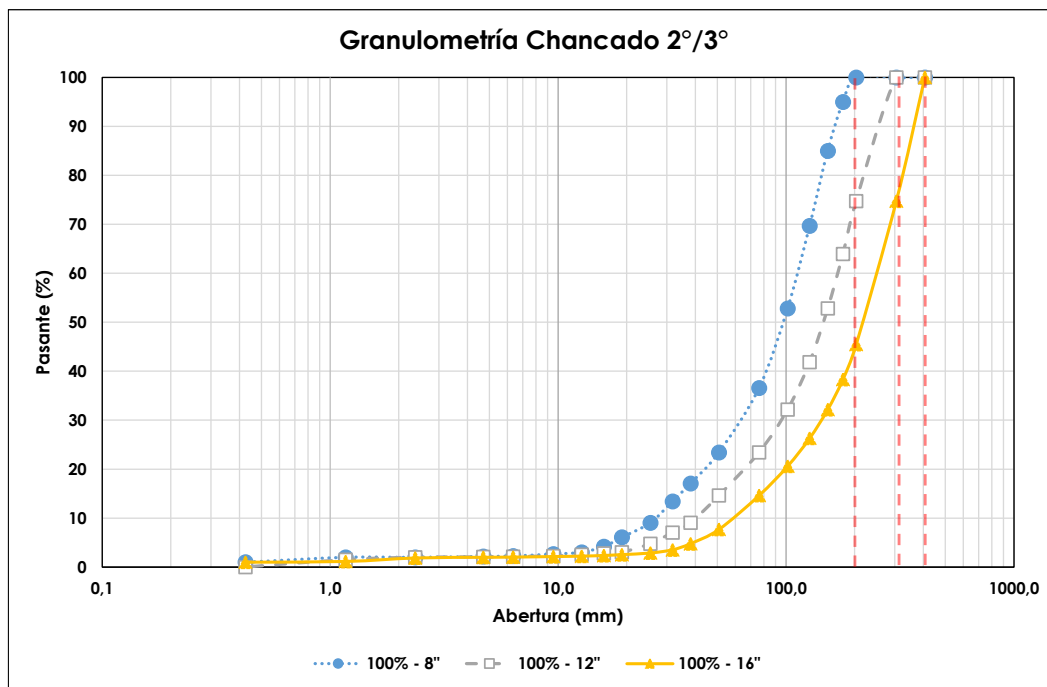
### 5.2 Bases de Diseño

A continuación, se detallan las bases de diseño de los chutes para la planta de chancado secundario terciario.

- Tratamiento Planta Chancado Secundario Terciario : 20.000 tpd [A]
- Humedad : 3,0 % [A/B]
- Utilización : 75 % [A]
- Granulometría de Alimentación : Ver Figura 5.1
  - 100% - 8"
  - 100% - 12"
  - 100% - 16"

**Tabla 5.1: Granulometría Alimentación Planta Chancado Secundario Terciario**

Abertura tamaño máximo mm	Pasante Acumulado		
	8"	12"	16"
mm	%		
406.4 (16")	100,0	100,0	100,0
304.8 (12")	100,0	100,0	74,8
203.2 (8")	100,0	74,8	45,4
177.8 (7")	95,0	64,0	38,3
152.4 (6")	85,0	52,8	32,2
127 (5")	69,7	41,9	26,3
101.6 (4")	52,8	32,2	20,6
76.2 (3")	36,6	23,4	14,6
50.8 (2")	23,4	14,6	7,7
38.1 (1 1/2")	17,1	9,1	4,8
31.75 (1 1/4")	13,4	7,0	3,5
25.4 (1")	9,1	4,8	2,9
19,05	6,1	3,0	2,5
15,88	4,2	2,8	2,4
12,70	3,0	2,5	2,2
9,53	2,7	2,3	2,1
6,35	2,3	2,1	2,0
4,70	2,2	2,1	2,0
2,36	2,0	2,0	1,9
1,17	2,0	1,5	1,1
0,43	1,0	0,0	1,0



**Figura 5.1: Granulometría Chancado 2°/3°.**

### 5.3 Criterios para Simulaciones

Las simulaciones realizadas por SIOM utilizaron los siguientes criterios

- 311-FE-001/003
  - Capacidad : 1.260 tph
  - Ancho : 72 pulg  
1.829 mm
  - Velocidad : 0,3 m/s
  - Densidad Aparente : 1,6 t/m<sup>3</sup>
  - Tamaño Mineral : 300 mm
  - Diámetro con logging (de plano) : 1.276 mm
- 315-CV-015
  - Capacidad : 1.260 tph
  - Ancho : 42 pulg  
1.067 mm
  - Velocidad : 2,4 m/s
  - Densidad Aparente : 1,6 t/m<sup>3</sup>
  - Ángulo Sobrecarga : 20 °
  - Tamaño Mineral : 300 mm
  - Diámetro con lagging (de plano) : 530 mm
  - Inclinación : 15 °
  - Tiempo Frenado : 4,2 s
- 315-CV-016
  - Capacidad : 1.260 tph
  - Ancho : 42 pulg  
1.067 mm
  - Velocidad : 2,4 m/s
  - Densidad Aparente : 1,6 t/m<sup>3</sup>
  - Ángulo Sobrecarga : 20 °
  - Tamaño Mineral : 200 mm
  - Diámetro con lagging (de plano) : 656 mm
  - Inclinación : 15 °
  - Tiempo Frenado : 2,4 s

- 316-CV-019
  - Capacidad : 1.282 tph
  - Ancho : 42 pulg
  - 1.067 mm
  - Velocidad : 2,4 m/s
  - Densidad Aparente : 1,6 t/m<sup>3</sup>
  - Ángulo Sobrecarga : 20 °
  - Tamaño Mineral : 70 mm
  - Diámetro con lagging (de plano) : 532 mm
  - Inclinación : 0 °

## **6 METODOLOGIA**

### **6.1 Pre diseño**

En base a los diseños realizados por Metso y los problemas detectados en cada uno de los chutes, se realizaron pre diseños, ayudando a los problemas de atollo y desgaste prematuros. Esto se obtiene modificando los diseños del chute, los revestimientos interiores por mayor espesor, cambio de soporte, modificaciones de los accesos de las puertas de inspección y cambios en los tipos de fijación de los revestimientos entre otros.

### **6.2 Simulación Dinámica**

Utilizando el pre-diseño y los criterios de simulación planteados en el punto anterior, se realizaron simulaciones para cada chute, chequeando el comportamiento del mineral, el desgaste del revestimiento y las camas de piedra.

Para los chutes de los alimentadores 311-FE-001/003 a la correa 315-CV-015 se observa en las siguientes figuras el comportamiento del mineral.



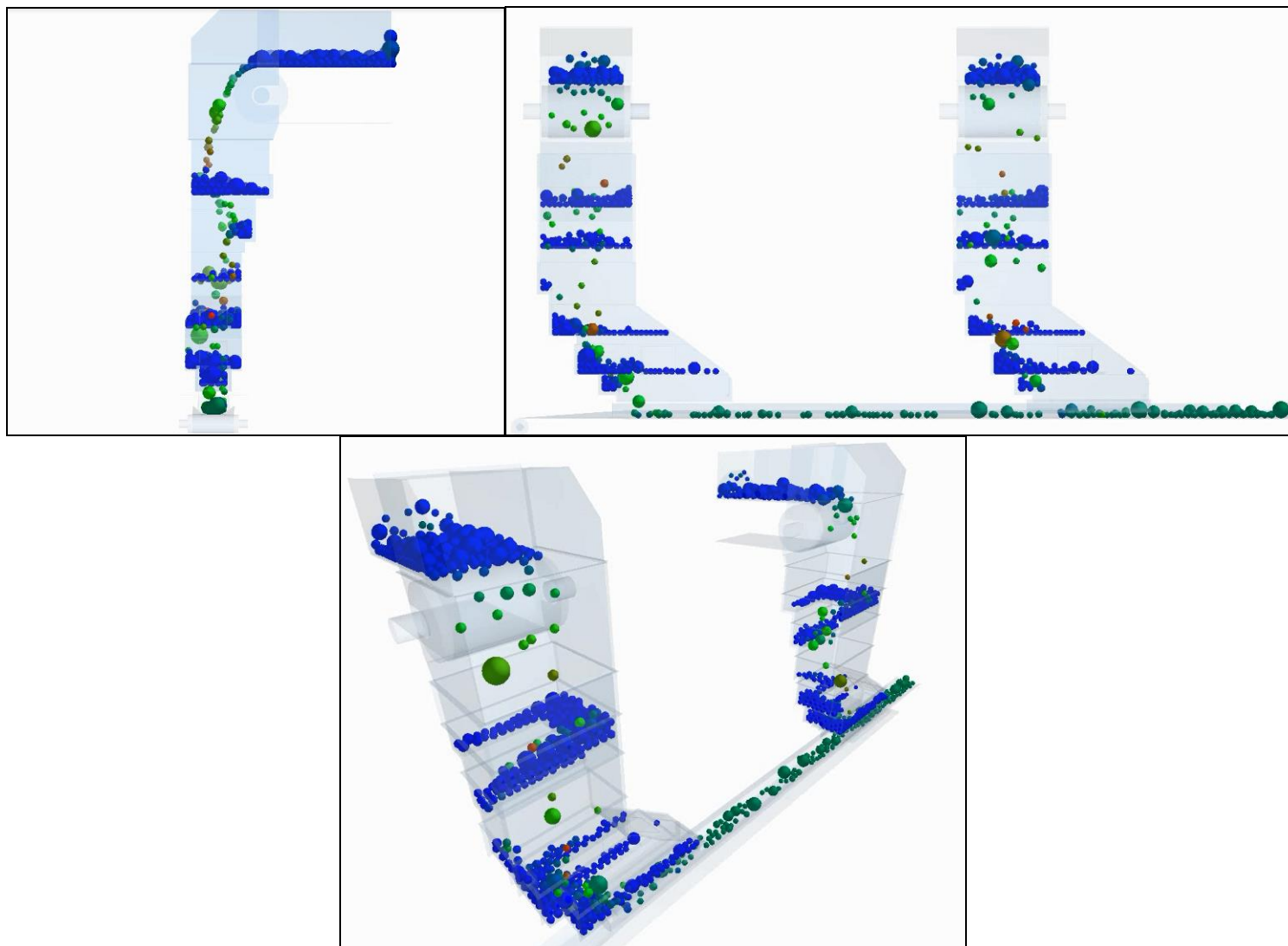


Figura 6.1: Simulación alimentadores 311-FE-001/003 a la correa 315-CV-015

Para el chute correa 315-CV-015 a correa 315-CV-016 en las siguientes figuras se observa el comportamiento del mineral.

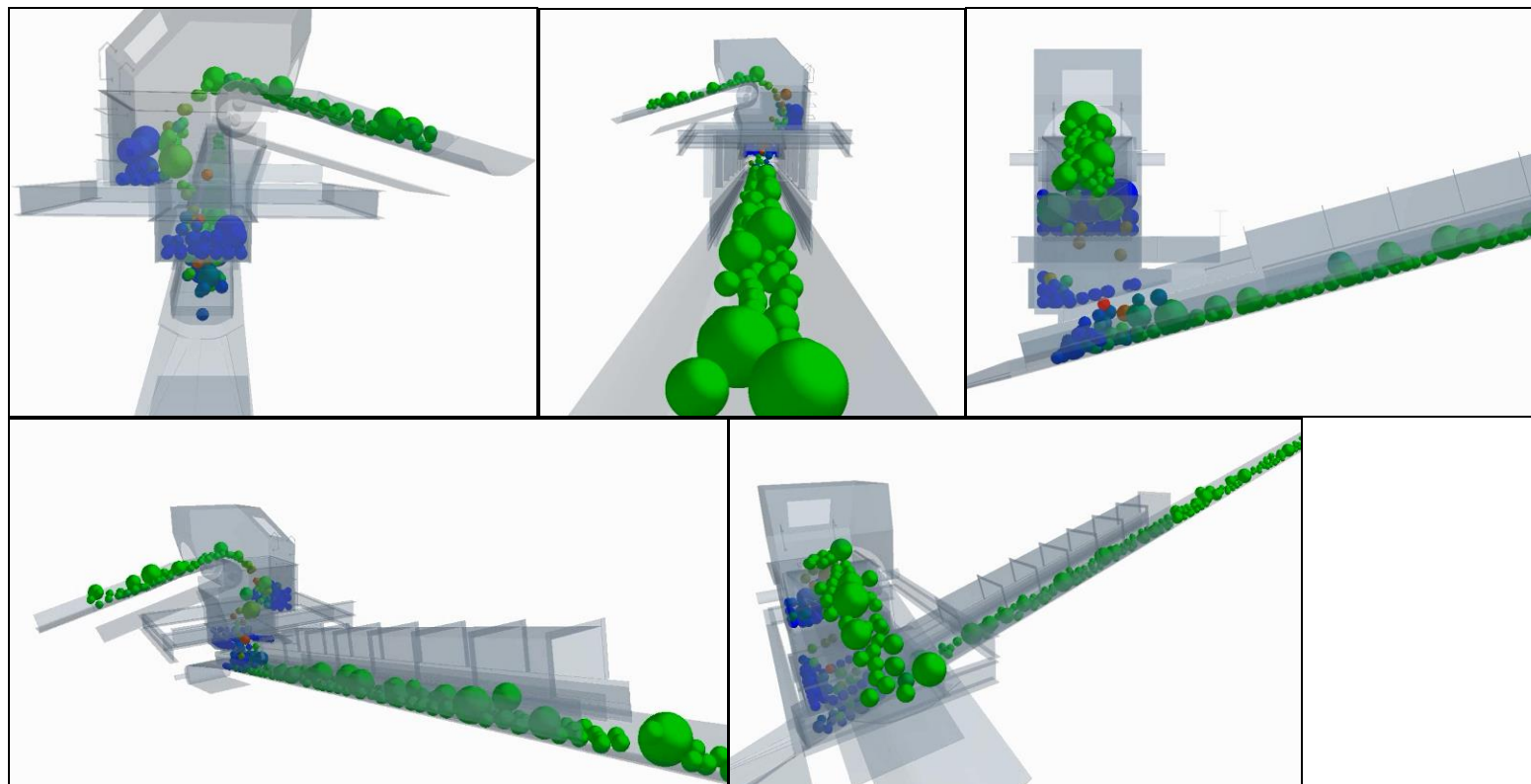
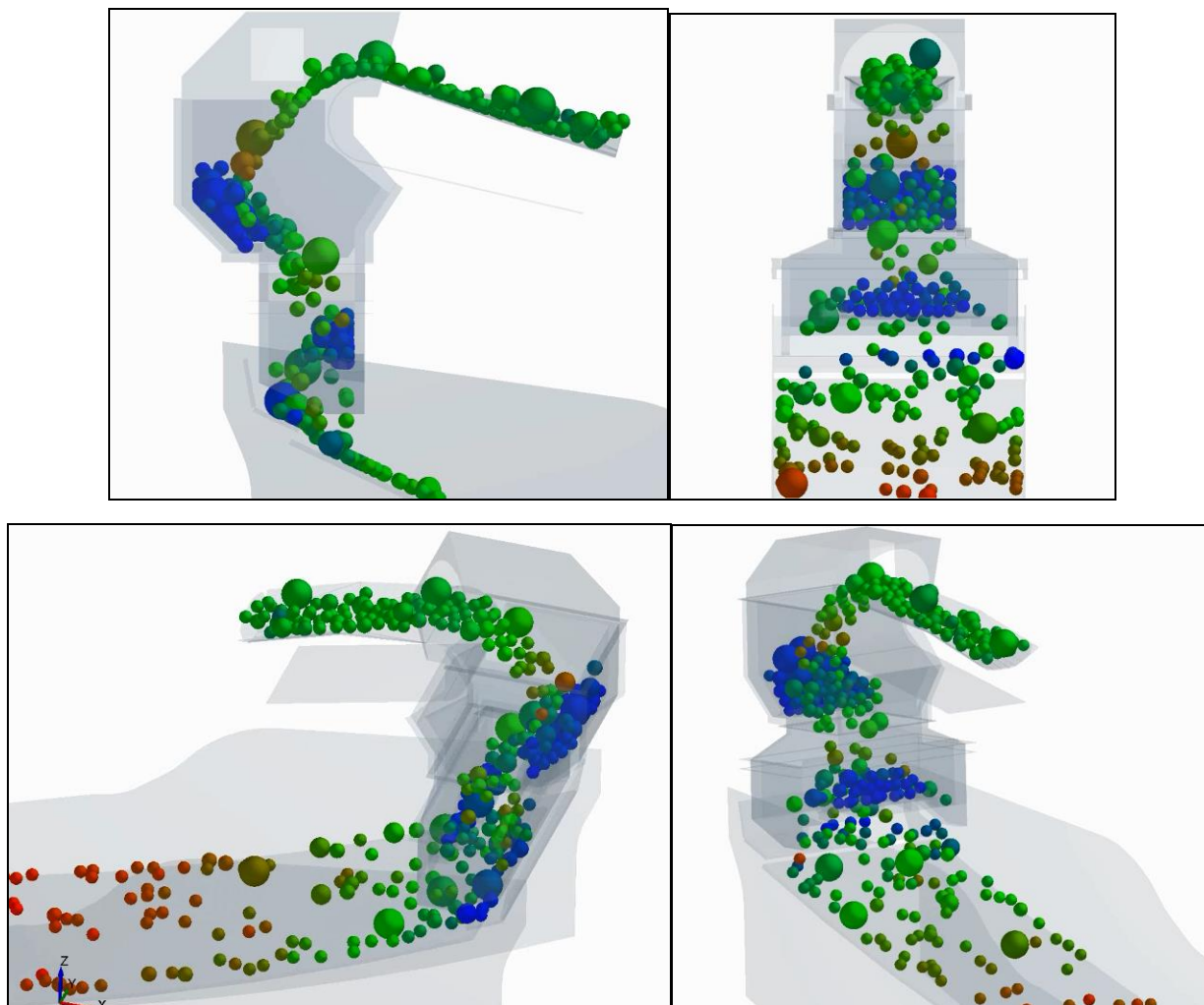


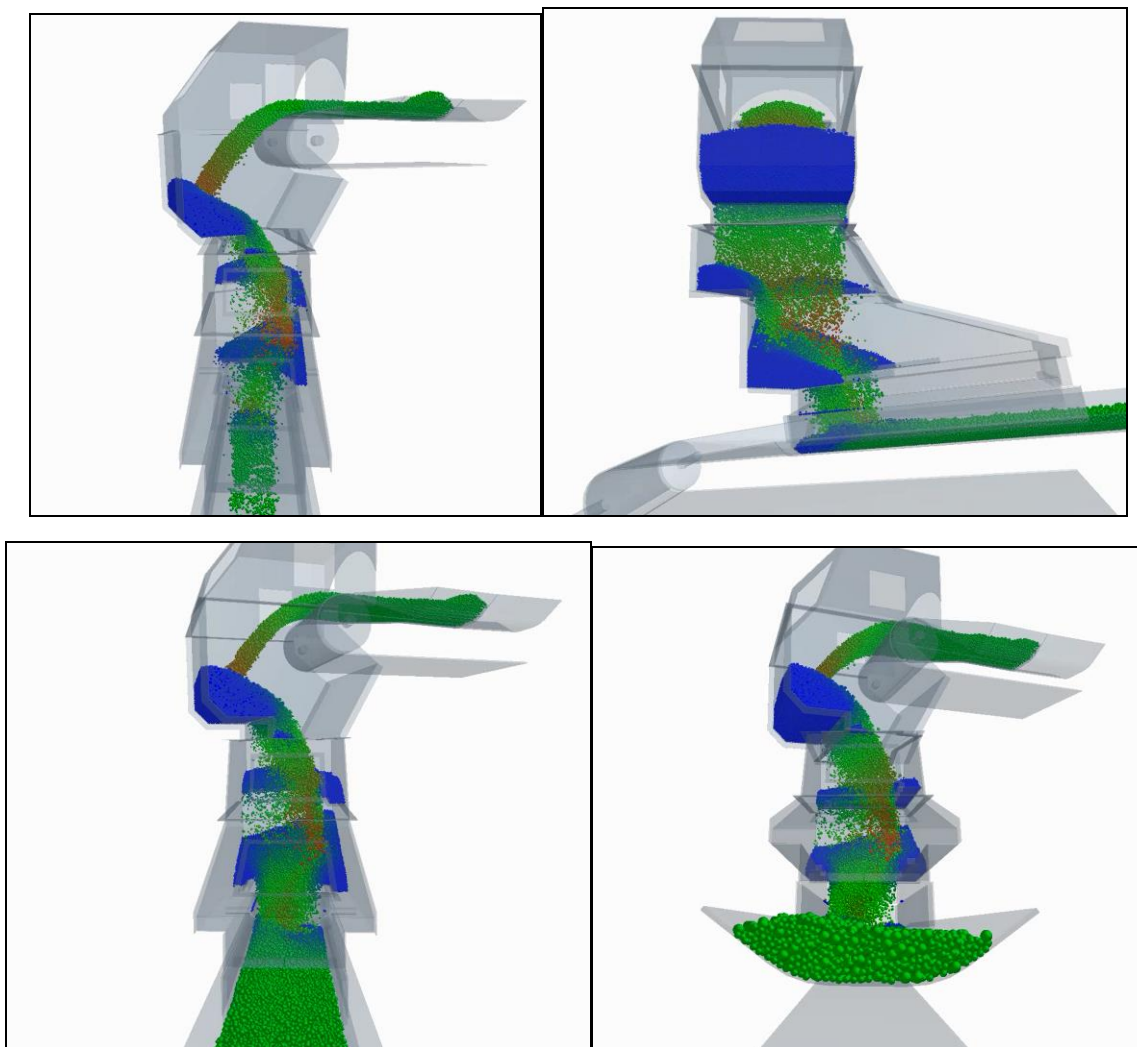
Figura 6.2: Simulación Chute Correa 315-CV-015 a 315-CV-016.

Para el chute correa 315-CV-016 a Harnero Secundario en las siguientes figuras se observa el comportamiento del mineral.



**Figura 6.3: Simulación Chute Correa 315-CV-016 a Harnero Secundario**

Para el chute correa 316-CV-019 a Correa 316-CV-020 en las siguientes figuras se observa el comportamiento del mineral.



**Figura 6.4: Simulación Chute correa 316-CV-019 a Correa 316-CV-020.**

### 6.3 Verificación

A partir de los resultados de las simulaciones de los diseños planteados se realizó una verificación con el objetivo de identificar posibles interferencias entre lo diseñado y lo físico antes de que se inicie la fabricación, ya que el nuevo chute considera modificaciones dimensionales.

Para este levantamiento, se utilizó un Laser Scanner Faro, Focus 3D con una precisión de  $\pm 2$  mm cada 25 m, además de los planos del proyecto.

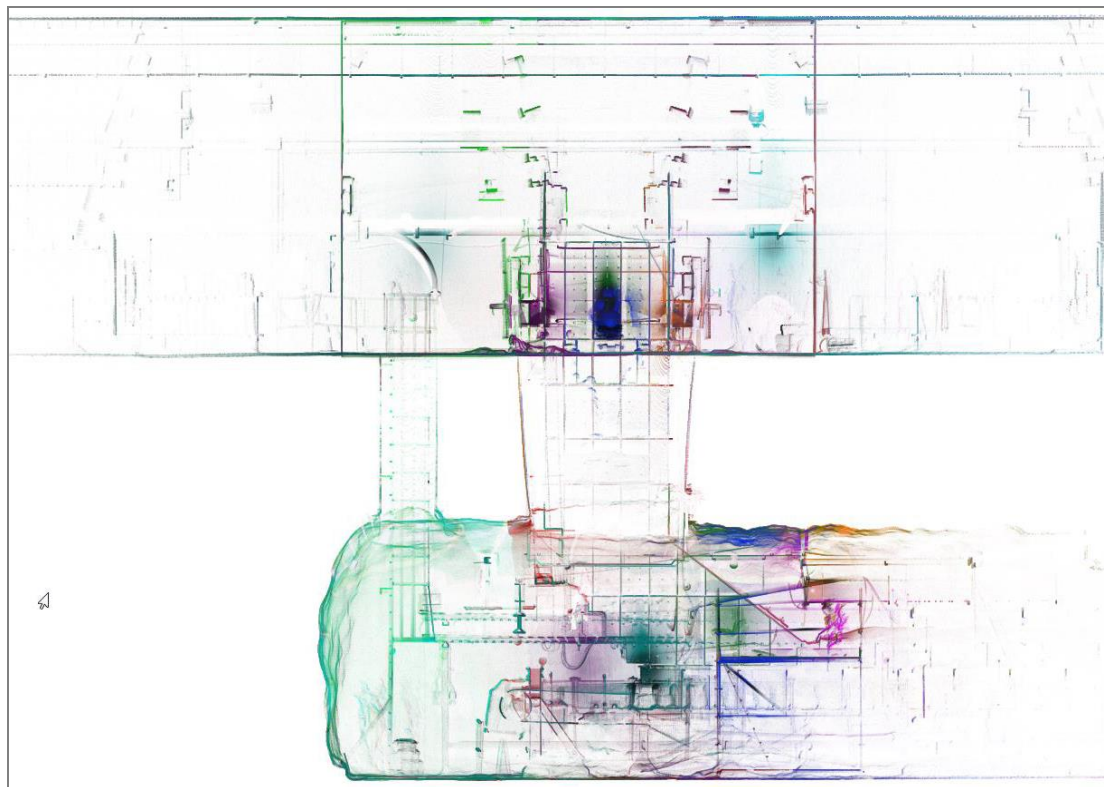
En la siguiente figura se visualiza la vista planar que se obtiene con el levantamiento laser.



**Figura 6.5: Vista planar chute de alimentación.**

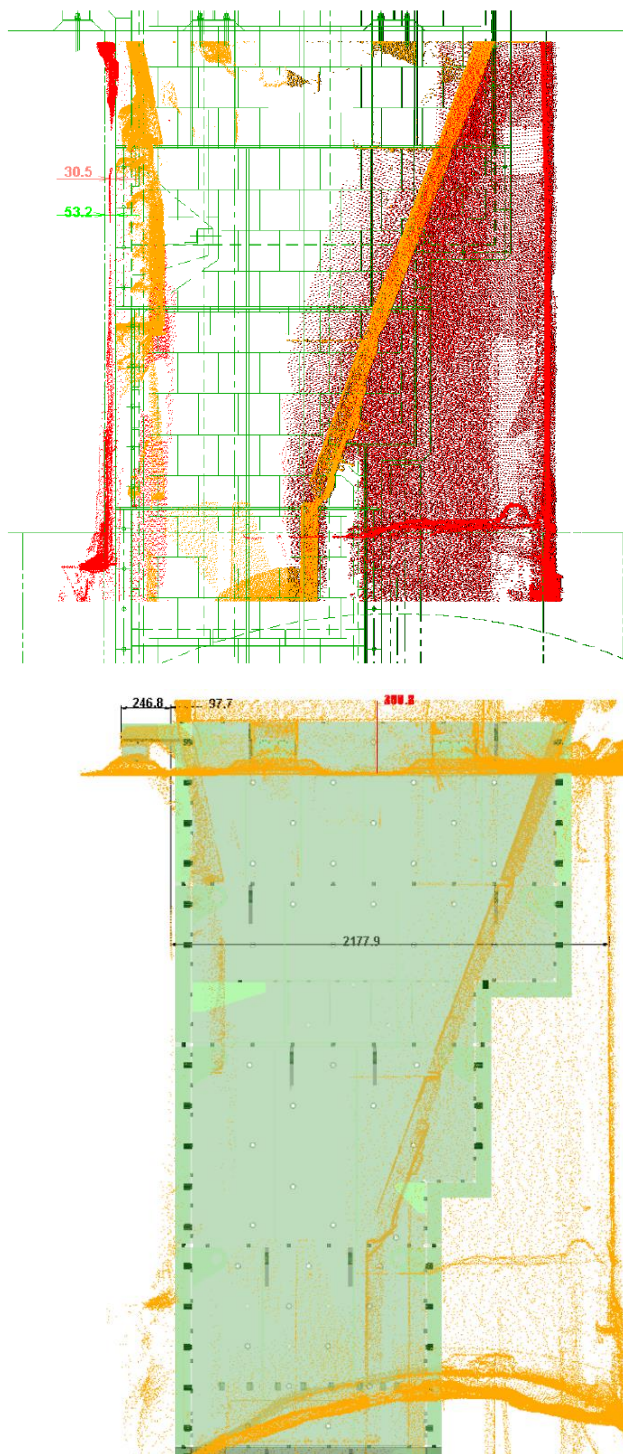
A partir de esta imagen se construye el armado de nubes de puntos y exportación.





**Figura 6.6: Vista frontal de armado de nube de puntos de zona levantada.**

En la siguiente figura se observa la interferencia de cavidad del chute de alimentación desde los alimentadores 311-FE-003 a la correa 315-CV-015 (42").



**Figura 6.7: Zona de Sección A según plano N° KEY-GP-CSE-1082343-311-M-DW-002 R2.**

## 7 RESULTADOS

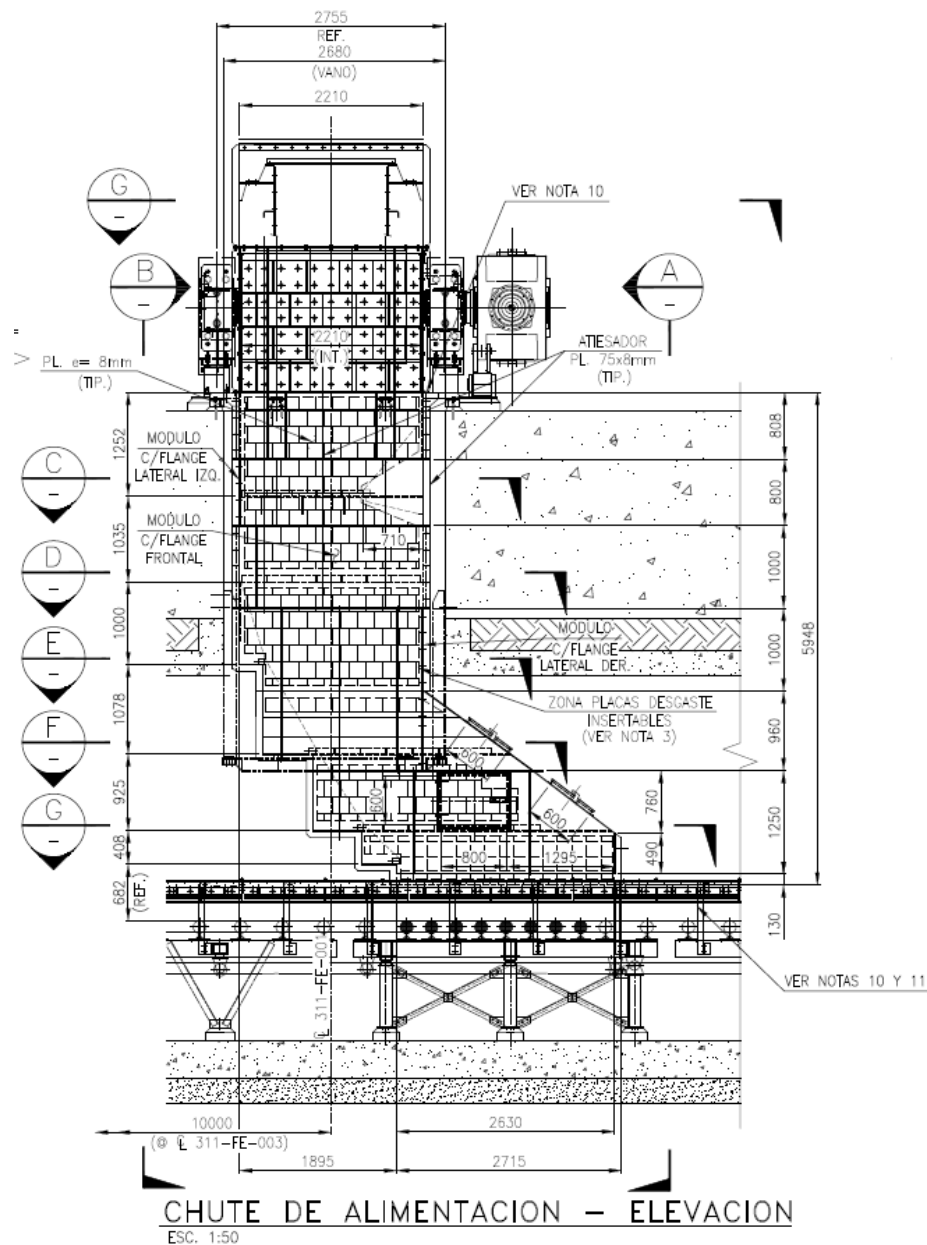
Como resultado de los estudios, simulaciones y verificaciones los chutes a instalar se detallan a continuación:

### 7.1 Chute de traspaso del alimentador 311-FE-001/003 a la correa transportadora 315-CV-015

Las modificaciones realizadas a estos chutes son los siguientes:

- Se modificó el diseño del chute
- Se cambiaron los espesores de los revestimientos interiores del chute a 37 mm además de cambiar la dureza, la cual paso a 700 HB.
- Se cambió la estructura de soporte superior e inferior del chute, lo cual se puede ver en detalle en los siguientes planos N° KEY-GP-CSE-1082343-311-S-DW-001 Y N° KEY-GP-CSE-1082343-311-S-DW-002.
- Se modificaron los accesos de las puertas de inspección de los chutes.
- Se cambió el tipo de fijación de los revestimientos interiores (planchas desgastes) empernados a fijación anclados.





**Figura 7.1: Chute alimentación correa 315-CV-015**

En la figura se detalla el soporte inferior y superior del chute que alimenta la correa 315-CV-015.

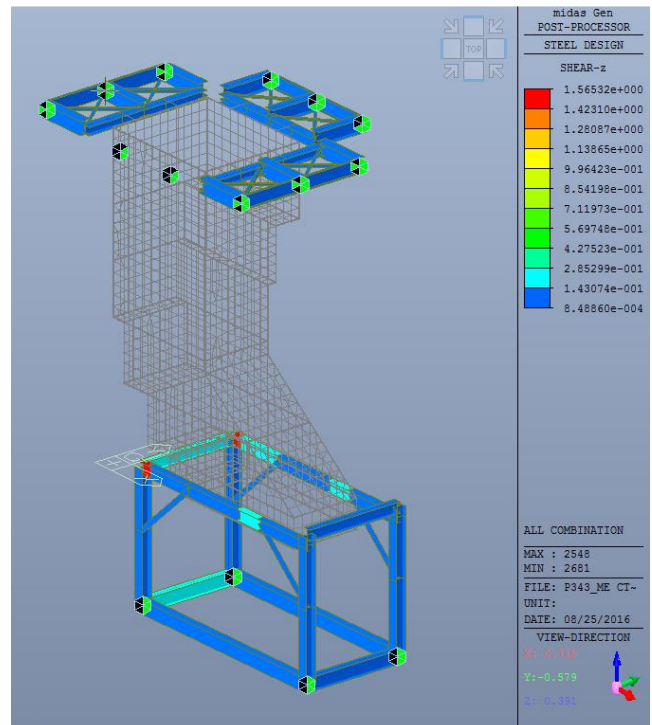
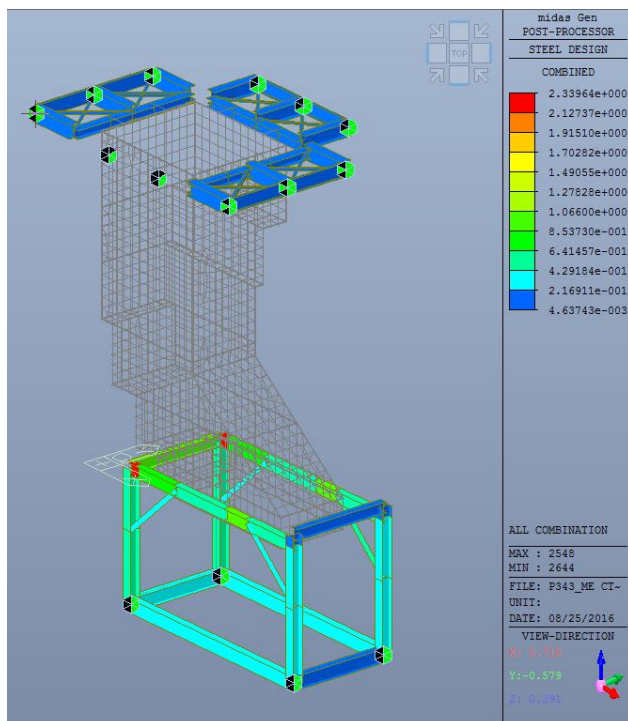


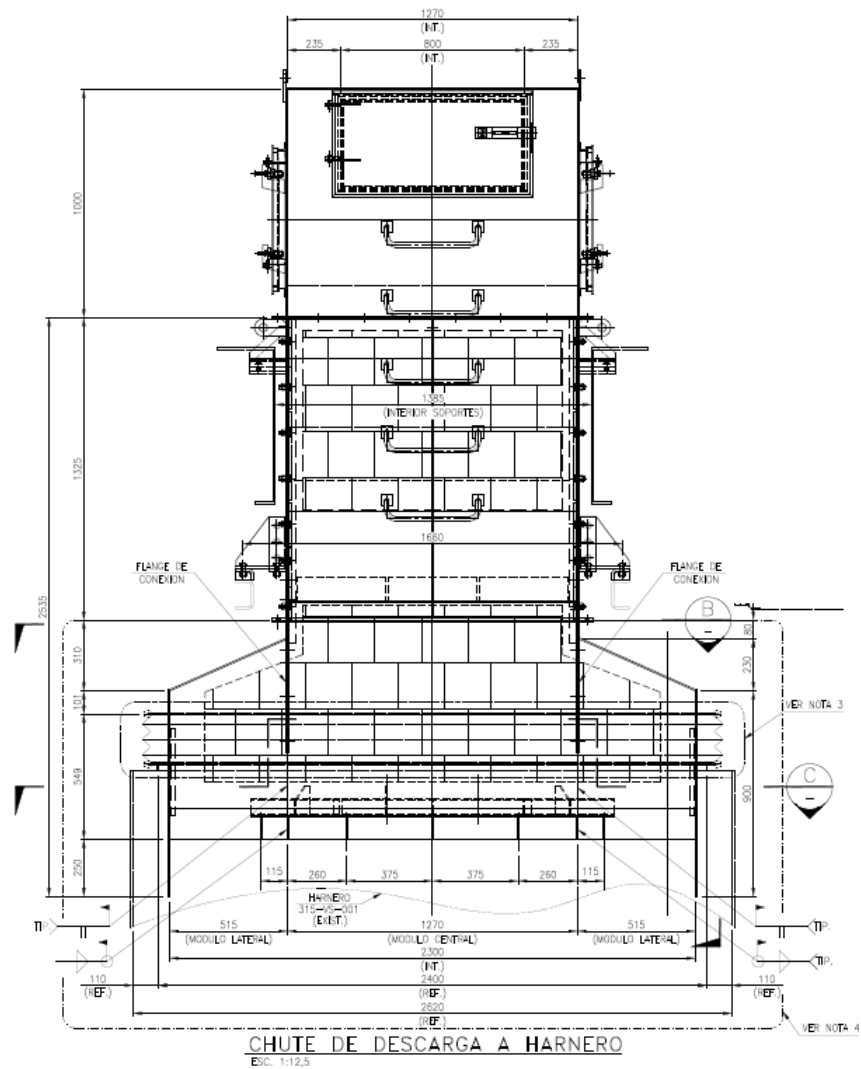
Figura 7.2: Soporte inferior y superior del chute alimentación 315-CV-015.



### 7.3 Chute de traspaso de correa transportadora 315-CV-016 a harnero secundario 315-VS-001.

Las modificaciones realizadas a estos chutes son los siguientes:

- Se modificó el diseño del chute
- Se cambiaron los espesores de los revestimientos interiores del chute a 37 mm además de cambiar la dureza, la cual paso a 700 HB.
- Se modificaron los accesos de las puertas de inspección de los chutes.
- Se reforzó la estructura de la correa 315-CV-016 que soporta el chute (en la zona de la cabeza), se modificó el yugo para el izaje de la correa 315-CV-016. Para mayor detalle revisar los planos estructurales N° KEY-GP-CSE-1082343-315-S-DW-001.
- Se realiza modificación a la boca de alimentación al harnero 315-CV-001, además se incluyen planchas de protección (malla) en la zona de alimentación del harnero.



**Figura 7.4: Chute Descarga a Harnero.**

En la siguiente figura se detalla la estructura de la correa 315-CV-016 que soporta el chute.

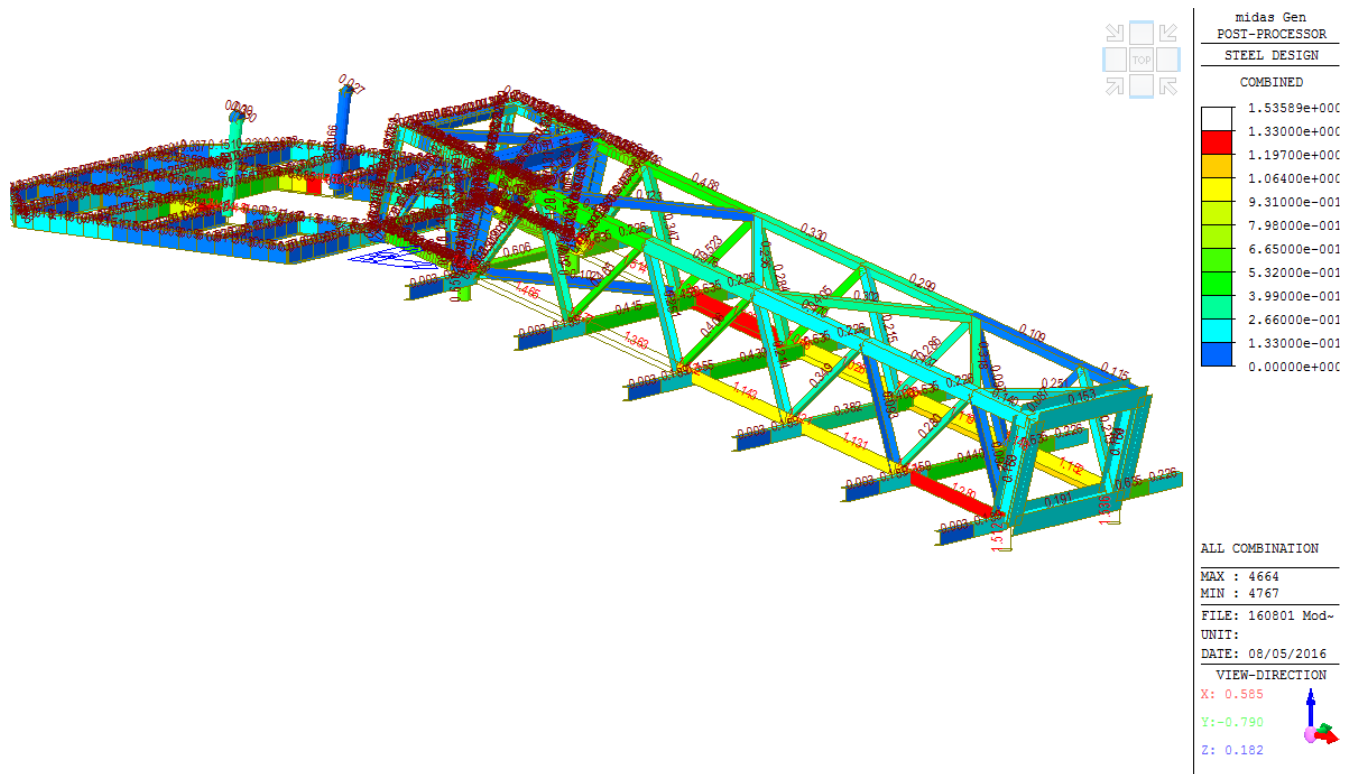
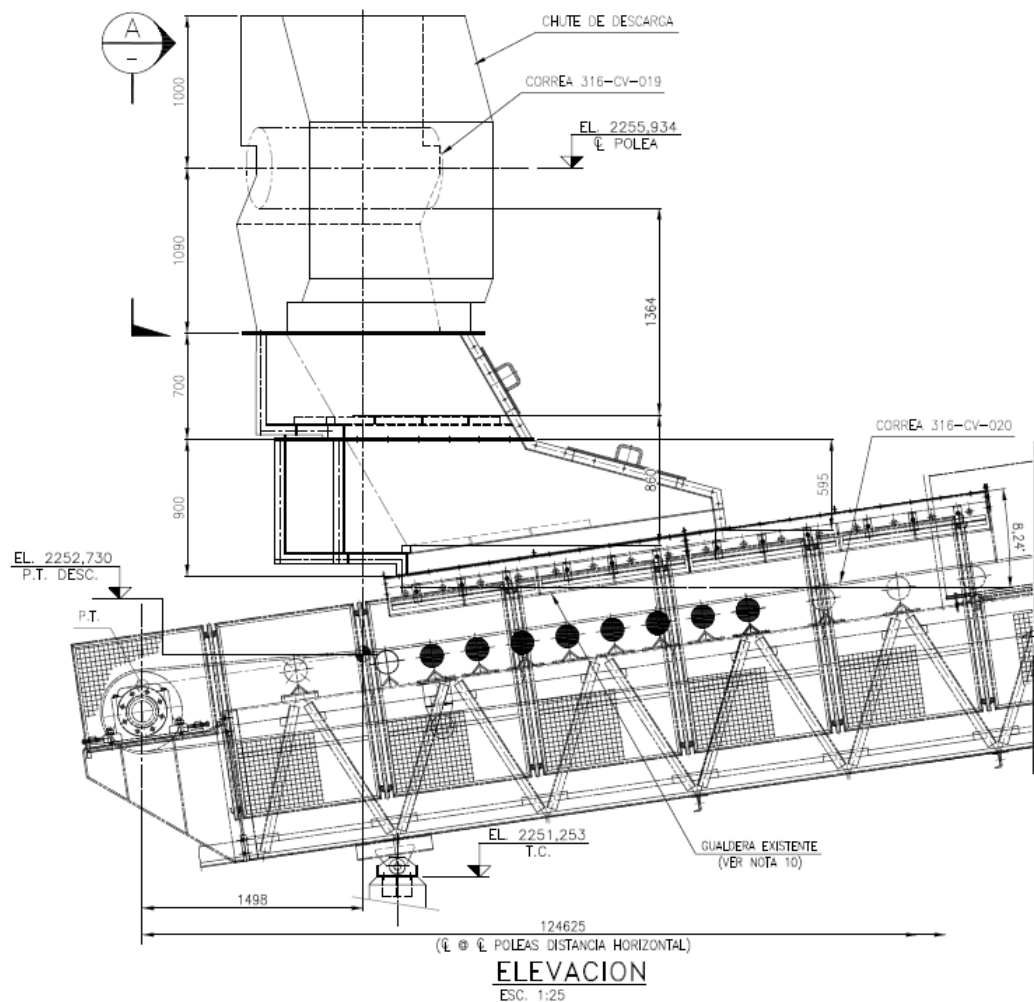


Figura 7.5: Soporte chute correa 315-CV-016.

#### 7.4 Chute de traspaso de Correa 316-CV-019 a Correa 316-CV-020.

Las modificaciones realizadas a estos chutes son los siguientes:

- Se modificó el diseño del chute
- Se cambiaron los espesores de los revestimientos interiores del chute a 37 mm además de cambiar la dureza, la cual paso a 700 HB.
- Se modificaron los accesos de las puertas de inspección de los chutes.
- Se reforzó la estructura de la correa 315-CV-019 que soporta el chute (en la zona de la cabeza). Para mayor detalle revisar los planos estructurales.



**Figura 7.6: Chute Descarga 316-CV-019 a correa 316-CV-020.**

## 8 CONSTRUCTIBILIDAD

El Taller de Constructibilidad realizado el día 28 de Julio de 2016, es una actividad interna del proyecto, sin embargo, los hallazgos detectados, además de ser abordados en su mérito por Minera Centinela, deberían ser parte de un estudio completo que deberá ser considerados en las distintas etapas del Proyecto.

En el taller se recogieron hallazgos relevantes para la constructibilidad del Proyecto, por lo que MINERA CENTINELA y su equipo de colaboradores deberán hacer su respectivo análisis y seguimiento posterior.

A continuación, se entregan las principales conclusiones del Taller.

Para revisar el detalle de las observaciones se debe ver el Anexo B

Los trabajos que demandarán un mayor nivel de coordinaciones corresponden al relacionado con el objetivo primordial de la detención de Planta, el cual es el mantenimiento de las instalaciones que se dejarán fuera de servicio durante ese período, esto debido a la cantidad de recursos involucrados, tanto por la organización de operaciones como la del Proyecto y a la interacción con la operación, incluido el acceso e infraestructura requerida por la obra

Las conclusiones resultantes se componen de siete líneas fundamentales:

- Planificación de la construcción
- Programación de la construcción
- Cumplimiento de normativas de Minera Centinela
- Fabricación de Chutes
- Secuencia y Métodos Constructivos
- Seguridad
- Optimizaciones de la ingeniería

### 8.1 Planificación de la construcción:

Se requiere, completar la planificación y realizar la programación definitiva de construcción.

Esta planificación deberá definir completamente los recursos y plazos de:

- Coordinación con Mantenimiento (Actividad crítica)
- Coordinación con Operaciones de Minera Centinela
- Generar plan de bloqueos con responsables
- Adquisiciones de chutes



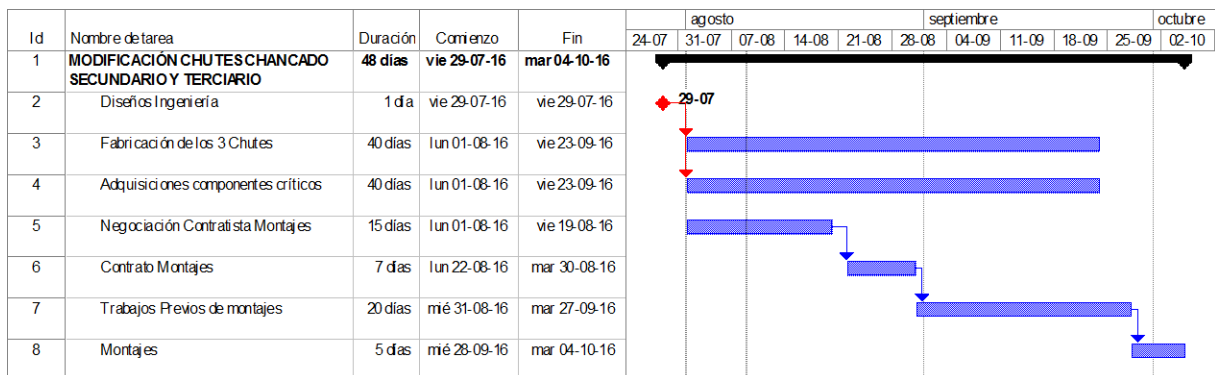
- Adquisición de componentes críticos (Ej.: Fuelle de harnero, placa conexión a harnero)
- Recursos Humanos
- Ubicación final de las instalaciones de faenas
- Estudio de interferencias físicas de las nuevas instalaciones
- Estudio de interferencias operacionales
- Consideraciones ambientales
- Lugares de almacenamiento
- Contingencias y coordinaciones por uso de accesos
- Coordinaciones por uso de infraestructura
- Equipos de apoyo
- Como primera alternativa, alojamiento en Calama
- Ubicación de botaderos
- Lecciones aprendidas

En el análisis realizado en el Taller, en este punto se ha definido que todas estas observaciones sean incluidas en el contrato de obras

## 8.2 Programación de la construcción:

Se requiere, realizar la programación definitiva de construcción. Ese programa deberá definir completamente las actividades y plazos en detalle.

A continuación, se entrega el programa preliminar base del programa definitivo de la construcción y sus hitos, el que deberá ser confeccionado por Minera Centinela y el Contratista de Construcción:



**Figura 8.1: Programa Preliminar Base.**

**Tabla 8.1: Hitos Programa de Construcción**

Hito	Fecha Término
Diseños Ingeniería	29-07-2016
Fabricación de los 3 Chutes	23-09-2016
Adquisiciones componentes críticos	23-09-2016
Negociación Contratista Montajes	19-08-2016
Contrato Montajes	30-08-2016
Trabajos Previos de montajes	27-09-2016
Inicio Montajes	28-09-2016
Fin Montajes	04-10-2016

### 8.3 Cumplimiento de normativas de Minera Centinela:

En el Taller también se destacó que existen normativas legales e internas de Minera Centinela que se deben tener presente en la coordinación y responsabilidades del contratista de construcción. Esta normativa comprende entre otras:

- Planes de tráfico externo e interno
- Acreditación de transportistas
- Normativa de jornadas de trabajo
- Transporte de personal
- Relaciones industriales
- Transporte de carga (Volumen y peso)
- Suministros
- Áreas de acopio
- Permisos de trabajo
- Cuidado del medio ambiente

### 8.4 Fabricación de Chutes:

Se requiere un análisis detallado, que deberá realizarse en coordinación con Minera Centinela, el Contratista de la instalación de los chutes y con el fabricante de los equipos. Esto con el fin de definir las secuencias y métodos de construcción y montaje, ya sea del área en forma global y de cada zona en forma particular.

- Se debe emitir la orden de fabricación al fabricante a más tardar la primera semana de agosto
- Verificación en terreno de dimensiones de montaje de las secciones de chutes existentes que permanecen, con respecto a lo nuevo, y entregar esa información para fabricación
- Transporte a faena de chutes y piezas (Dar preferencia a chute de FE-003 y Fuelle de harnero)
- Considerar que el chute del FE-003 venga desarmado por paredes para su ingreso y en lo posible con los revestimientos instalados. Se debe estudiar en conjunto con el montajista la mejor solución de seccionamiento, antes de fabricar los chutes
- Verificar en terreno el seccionamiento que se hizo, durante el montaje del chute actual del FE-003, para poder ingresarlo y revisar diseño del nuevo chute con respecto a eso
- Los módulos de los chutes, podrían venir con orejas y tener los revestimientos puestos, utilizando placas de revestimiento especiales que permita el paso de la oreja
- Enviar al fabricante el plano corregido de diseño de chute tipo mecano de la CV-015 a CV-016
- En el módulo 3 o inferior del chute de la CV-015 a CV-016, se debe seccionar la punta
- Entregar al fabricante los planos de Metso y verificar las medidas tomadas en terreno
- Se requiere detalle de la abertura para raspadores
- Se debe dividir cuerpo inferior de chute de alimentación a harnero en tres secciones

## **8.5 Secuencia y Métodos Constructivos:**

Se requiere un análisis detallado, que deberá realizarse en coordinación con Minera Centinela, el Contratista de la instalación de los chutes y con el fabricante de los equipos. Esto con el fin de definir las secuencias y métodos de construcción y montaje, ya sea del área en forma global y de cada zona en forma particular.

La metodología presentada resultante del análisis realizado, fue enriquecida en el Taller, obteniéndose los siguientes métodos constructivos preliminares y su secuencia (Ver figuras presentadas en Anexo A):

### **8.5.1 Chute de Alimentador FE-003 a Correa CV-015**

#### **LOGÍSTICA REQUERIDA**

- Zona Alimentador FE003
  - Túnel de emergencia despejado
  - Tecle Monorriel de 12 t Capacidad sobre Polea Alimentador en buenas condiciones de funcionamiento

- Carro para acceder piezas chute nuevo y sacar antiguas
- Grúas móviles tipo portal para colgar tecles de 12t capacidad
- Anclajes (Orejas) de techo de 12t capacidad para tecles
- Áreas de trabajo alrededor preparada
- Andamios y herramientas
- Zona Correa CV015.
  - Pasillo de acceso por túnel inclinado despejado
  - Áreas de trabajo alrededor preparadas
  - Carro (Bobcat) para acceder piezas chute nuevo y sacar antiguas por túnel inclinado
  - Anclajes (Orejas) en muro boca chute de 5 t capacidad para tecles
  - Plataforma protectora correa
  - Estructura soporte inferior chute

#### **TRABAJOS PREVIOS**

- Arrendar o Fabricar Portal (Grúa) móvil con capacidad de 12t
- Instalar portal en zona alimentador FE 003
- Instalar orejas zona túnel CV015 para desmontaje chute
- Verificar acceso de carro o bobcat con piezas por túnel de CV-015
- Ingresar secciones desarmadas de chute a zona alimentadores por túnel de emergencia.
- Armar las tres secciones inferiores del chute (Con revestimientos incluidos)
- Verificar que piezas del chute tengan "orejas" para montaje
- Verificar funcionamiento monoriel 12t

#### **DESMONTAJE CHUTE**

- En días previos asegurar que el stock de fino esté sobre el 90% y stock de grueso sobre 30 m y asegurar que feeder 1 (311-FE-001) esté operativo
- 24horas previas a parada de planta, (O en el tiempo que se coordine con Operaciones), teniendo en cuenta, además, todos los procedimientos de Minera Centinela y medidas de seguridad (Ej.: Instalaciones de "lápices", limpieza alimentador, aislación de zona de trabajo, etc.), avanzar con el desmontaje de:
  - Sección superior chute
  - Polea de cola alimentador (Considerar "yugo" de desmontaje y montaje)

- Sección chute bajo polea sin sacar soportes de chute
- Armar módulos 3, 4 y 5 del chute nuevo. El 5 sin "nariz" (Módulo 5B)
- **DURANTE PARADA PLANTA (CV015 Detenida)**
- Considerando todos los procedimientos de Minera Centinela y medidas de seguridad:
  - Desmontar estructuras gualderas
  - Limpiar Chute (Se debe coordinar quien realiza esta actividad)
  - Instalar planchas o mesa protectora correa (Prevenir roturas e incendio de correa)
  - Instalar orejas internas a todas las secciones de chutes (Verificar que secciones con revestimientos tengan sus orejas disponibles)
  - Desmontar sección inferior chute por abajo (Usar portal grúa fabricado y "orejas" instaladas para tecles)
  - Continuar con secciones siguientes (Cortar uniones con oxicorte si es necesario)
  - Desmontar última sección por arriba

#### **MONTAJE CHUTE**

- Montar/armar estructura para soporte cuerpo inferior chute (Módulo 6)
- Desde plataforma de alimentadores bajar y apoyar cuerpo inferior del chute (Módulo 6) (Se analizará posibilidad de realizar montaje desde zona de la cola de CV-015)
- Repetir maniobra con la "nariz" del cuerpo siguiente (Módulo 5B) y presentar
- Instalar nueva estructura soportante del nuevo chute (Diseño pendiente)
- Armar (Si hay suficiente altura) el tercer, cuarto y quinto módulo, bajarlos y dejar colgados, asomado el flange superior, a lo menos 100mm
- Armar, en la parte superior, secciones del módulo 2 sobre el módulo 3
- Una vez asegurado el quinto cuerpo (Módulo 2), bajar los cuerpos y dejar colgados, asomado el flange superior, a lo menos 100mm
- Armar, en la parte superior, secciones del módulo 1 sobre el módulo 2
- Una vez asegurado el sexto cuerpo (Módulo 1), bajarlos y dejar colgados, topando el flanche inferior del cuerpo inferior (Módulo 5A) con el flange superior del primer cuerpo instalado (Módulo 6), ajustar y apernar
- Afianzar chute en soportes definitivos
- Instalar revestimientos faltantes en módulos
- Retirar estructuras auxiliares en zona CV 015
- Instalar gualderas y estructuras definitivas en CV 015

- Coordinar y comenzar trabajo paralelo de instalar la sección del chute existente bajo polea del FE-003
- Instalar Polea de cola de FE-003
- Instalar sección superior chute
- Realizar House keeping y entregar equipo

### **TIEMPO ESTIMADO**

Considerando que no existen imprevistos y se cumple con lo planificado, se ha estimado un total de 138 horas totales (Incluyendo las 24 horas previas a la detención), lo cual proporcionaría una holgura de 26 horas para imprevistos.

## **8.5.2 Chute de Correa CV-015 a Correa CV-016**

### **LOGÍSTICA REQUERIDA**

- Grúa móvil con un mínimo de brazo de 40m y capacidad de 80t
- Acceso de camiones a zona de trabajo despejado
- Áreas de trabajo alrededor despejadas, especialmente la zona de ubicación de la grúa móvil
- Andamios y herramientas

### **TRABAJO PREVIOS**

- Arrendar Grúa móvil con capacidad de 80t y brazo de 40m
- Instalar grúa en plataforma (Despejada) frente a chute
- Transportar secciones desarmadas de chute a zona plataforma frente a chute
- Verificar que piezas del chute tengan "orejas" para montaje
- Verificar que sistema de Dryfog se pueda instalar en la nueva posición y que cumplan eficientemente su función
- Considerar previamente a la obra la ampliación de la plataforma de trabajo durante el montaje
- Coordinar con Contratista encargado de mantenimiento, el desmontaje y montaje de los raspadores
- Desmontar estructuras que estorben accionamiento de la grúa

### **DESMONTAJE CHUTE (CV015 y CV-016 Detenidas)**

Considerando todos los procedimientos de Minera Centinela y medidas de seguridad:

- Desplazar conduits eléctricos que estorban maniobras de montaje
- Desmontar caja guía o soporte gualderas
- Limpiar Chute (Se debe coordinar quien realiza esta actividad)
- Instalar planchas o mesa protectora correa (Prevenir roturas e incendio de correa)
- Instalar orejas internas a todas las secciones de chutes
- Remover viga estructural sobre chute
- Desmontar sección superior chute (Usar grúa móvil)
- Remover raspadores e instrumentos
- Continuar con secciones siguientes (Cortar uniones con oxicorte si es necesario) (Desmontar con grúa móvil)

#### **MONTAJE CHUTE**

- Con grúa móvil y tecles posicionar módulo inferior (Nº3), dividido en dos secciones, en sector gualderas CV\_016
- Con grúa móvil posicionar Placa posterior del módulo intermedio (Nº2) en sector gualderas CV\_016
- Con grúa móvil y tecles posicionar modulo intermedio (Nº2) (Sin placa posterior) en sector gualderas CV-016 y apernar a estructura
- Apernar placa posterior a módulo intermedio y unir módulos 2 y 3
- Con grúa móvil posicionar modulo superior (Nº1) sobre chute y apernar
- Reubicar, en nueva posición, viga estructural sobre chute
- Instalar raspadores y sistema dryfog
- Instalar gualderas y limpiar el área

#### **TIEMPO ESTIMADO**

Considerando que no existen imprevistos y se cumple con lo planificado, se ha estimado un total de 46 horas totales.

### **8.5.3 Chute de Correa CV-016 a Harnero Secundario VS-001**

#### **LOGÍSTICA REQUERIDA**

- Grúa móvil con un mínimo de brazo de 80m y capacidad de 180t
- Acceso de camiones a zona de trabajo despejado

- Áreas de trabajo alrededor despejadas, especialmente la zona de ubicación de la grúa móvil

**TRABAJOS PREVIOS**

- Verificar que el nuevo fuelle y la placa con boca modificada de unión del chute con el harnero estén disponibles
- Verificar con Metso que tengan palmetas ciegas para la nueva configuración del harnero
- Arrendar Grúa móvil con capacidad de 180t y brazo de 80m de extensión
- Instalar grúa en plataforma (Despejada) frente a chute
- Transportar secciones desarmadas de chute a zona plataforma frente a chute
- Verificar que piezas del chute tengan "orejas" para montaje
- Armar chute en zona de trabajo cercana a la grúa
- No montar "laterales" del módulo inferior ni placa posterior (Ver figuras en Anexo A)

**DESMONTAJE CHUTE (CV016 y Harnero Detenidos)**

Considerando todos los procedimientos de Minera Centinela y medidas de seguridad:

- Desmontar Unión Flexible (Fuelle)
- Limpiar Chute (Se debe coordinar quien realiza esta actividad)
- Instalar planchas o mesa protectora harnero (Prevenir roturas e incendio de mallas y harnero)
- Instalar orejas internas a todas las secciones de chutes
- Desmontar sección superior del chute (Usar grúa móvil)
- Remover raspadores e instrumentos
- Continuar con secciones siguientes (Cortar uniones con oxicorte si es necesario) (Desmontar con grúa móvil)

**MONTAJE CHUTE**

(Está pendiente el reforzamiento de las estructuras de soporte de correa y chute)

- Con grúa desmontar sección de placa unión chute con harnero (Considerar la posibilidad de modificar por terreno plancha unión chute con harnero. En caso de modificar en terreno, asegurarse que no habrá riesgo de incendio. Se verá solución en conjunto con el proveedor Metso)
- Montar sección de placa de unión modificada Harnero
- Con grúa móvil levantar los laterales del módulo inferior del chute y posicionarlos sobre el harnero



- Con la grúa y apoyo de tecles, Instalar nueva estructura soporte
- Con la grúa levantar el chute armado y montarlo sobre estructura nueva
- Con la grúa y apoyo de tecles, Instalar y apernar los laterales del módulo inferior al módulo
- Con la grúa y apoyo de tecles, Instalar y apernar la placa posterior del chute
- Instalar Unión de goma (Fuelle)
- Limpiar el área
- Entregar a Operaciones nuevas instalaciones

#### **TIEMPO ESTIMADO**

Considerando que no existen imprevistos y se cumple con lo planificado, se ha estimado un total de 48 horas totales.

### **8.6 Seguridad:**

En este campo, se recomienda considerar los puntos siguientes:

- El montaje debe contemplar métodos que prevengan los incendios, además de los sistemas contra incendios. (Manta ignífuga, vigilancia, extintores, etc)
- Se debe considerar iluminación suficiente en todo punto de trabajo.
- Se debe considerar sistema de ventilación. (Sistemas de extracción de gases, considerar sistema de respaldo autónomo para la inyección y extracción durante el blackout).
- Considerar protección y desconexión línea de detección de incendios, la cual activa sistema de diluvios de las correas transportadoras
- Se debe proteger todo lo que esté bajo el sector de trabajo para evitar posibilidades de incendio.
- Considerar red de incendio operativa.
- Habilitar red húmeda en los puntos de trabajo. Coordinar con la brigada de emergencia.
- Considerar vigilancia después de los trabajos por posibles focos de incendio que se activen en forma tardía
- Considerar en el programa final, la instalación de cuerdas de vida y de todos los dispositivos necesarios para cumplir con los estándares de seguridad y generar los procedimientos respectivos

## 8.7 Optimizaciones de la ingeniería:

En esta fase de la ingeniería, se recomienda revisar los puntos siguientes:

- Estructuras de soporte de todos los chutes
- Dividir cuerpo inferior (Módulo 3) del chute de descarga de la CV-015 en dos secciones.
- Dividir cuerpo inferior de alimentación a harnero en tres secciones
- Diseños deben considerar la mantenibilidad
- Considerar extensión de yugo de chute harnero y desarrollar un memo técnico que especifique la extensión
- Las optimizaciones estructurales o modificaciones deben ser realizadas durante la mantención del 17 de agosto de 2016

## 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio:

- Chute de traspaso del alimentador 311-FE-001/003 a la correa transportadora 315-CV-015
  - Se modificó el diseño del chute
  - Se cambiaron los espesores de los revestimientos interiores del chute a 37 mm además de cambiar la dureza, la cual paso a 700 HB.
  - Se cambió la estructura de soporte superior e inferior del chute, lo cual se puede ver en detalle en los siguientes planos N° KEY-GP-CSE-1082343-311-S-DW-001 Y N° KEY-GP-CSE-1082343-311-S-DW-002.
  - Se modificaron los accesos de las puertas de inspección de los chutes.
  - Se cambió el tipo de fijación de los revestimientos interiores (planchas desgastes) empernados a fijación anclados.
- Chute de traspaso de correa transportadora 315-CV-015 a correa transportadora 315-CV-016.
  - Se modificó el diseño del chute
  - Se cambiaron los espesores de los revestimientos interiores del chute a 37 mm además de cambiar la dureza, la cual paso a 700 HB.
  - Se modificaron los accesos de las puertas de inspección de los chutes.
- Chute de traspaso de correa transportadora 315-CV-016 a harnero secundario 315-VS-001.
  - Se modificó el diseño del chute
  - Se cambiaron los espesores de los revestimientos interiores del chute a 37 mm además de cambiar la dureza, la cual paso a 700 HB.
  - Se modificaron los accesos de las puertas de inspección de los chutes.
  - Se reforzó la estructura de la correa 315-CV-016 que soporta el chute (en la zona de la cabeza), se modificó el yugo para el izaje de la correa 315-CV-016. Para mayor detalle revisar los planos estructurales N° KEY-GP-CSE-1082343-315-S-DW-001.
  - Se realiza modificación a la boca de alimentación al harnero 315-CV-001, además se incluyen planchas de protección (malla) en la zona de alimentación del harnero.
- Chute de traspaso de Correa 316-CV-019 a Correa 316-CV-020.
  - Se modificó el diseño del chute
  - Se cambiaron los espesores de los revestimientos interiores del chute a 37 mm además de cambiar la dureza, la cual paso a 700 HB.
  - Se modificaron los accesos de las puertas de inspección de los chutes.
  - Se reforzó la estructura de la correa 315-CV-019 que soporta el chute (en la zona de la cabeza). Para mayor detalle revisar los planos estructurales.