

Fallas Operacionales, Decisiones Operacionales e Impacto Ambiental





- **INTRODUCCIÓN**
"PUESTA EN MARCHA Y CALIBRACIÓN INICIAL"
- **FISCALIZACIÓN DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL**
- **ORIGEN Y MAL MANEJO DE DERRAMES**
 - i. **ORIGEN DERRAME CONTENCIÓN FLOTACIÓN**
 - ii. **ORIGEN DERRAME CONTENCIÓN MOLIENDA**
 - iii. **ORIGEN ACOPIO RELAVE FILTRADO FUERA DE LOZA**
 - iv. **ORIGEN MAL MANEJO DE DERRAMES**
- **ANÁLISIS DE FALLAS QUE ORIGINARON DERRAMES**
 - i. **IDENTIFICACIÓN DE FALLAS**
 - ii. **FLUJOGRAMA DE FALLAS**
- **CORRECCIÓN DE FALLAS Y DECISIONES OPERACIONALES**
 - i. **DERRAME PULPA POR OBSTRUCCIÓN DE "TRASH SCREEN"**
 - ii. **DERRAME PULPA POR EMBANCAMIENTO LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA MOLIENDA**
 - iii. **DERRAME PULPA DESGASTE LÍNEAS TRANSFERENCIA MOLIENDA**
 - iv. **SOBREPASAR VOLUMEN RELAVE AUTORIZADO EN LOZA**
- **CONCLUSIONES**



➤ INTRODUCCIÓN "PUESTA EN MARCHA Y CALIBRACIÓN INICIAL"



PUESTA EN MARCHA MOLIENDA Y CLASIFICACIÓN

En Julio de 2014 la planta de TDO inició sus operaciones productivas en base al ajuste de las variables de proceso, de acuerdo a lo indicado en el estudio de pre factibilidad.

Optimizar la carga inicial de bolas, ajustar el nivel de bolas, seleccionar el diámetro de bolas, dosificar las bolas de reposición, dosificar el agua de dilución en alimentación y descarga, seleccionar el número ciclones, seleccionar los diámetros de las entradas tangenciales, Ápex y Vórtex de hidrociclones, definir la presión de trabajo de hidrociclones, programar los lazos de control entre el cajón y la bomba de ciclones, diseñar los revestimientos y ajustar la velocidad de rotación.

Con el propósito de entregar, al proceso de flotación, una carga de mineral con el tamaño de partículas que garanticen una liberación de Oro y Cobre adecuados, que permita Maximizar la Recuperación.





CALIBRACIÓN INICIAL DE LA MOLIENDA Y CLASIFICACIÓN

Los equipos que conforman el área de molienda son dos molinos de bolas marca **BML** modelo **MB2100** de 2,100 mm de diámetro (6,63 ft) y 3,000 mm de largo (9,45 ft) con motor de 280 kW.

Operando en circuito cerrado directo con dos baterías de hidrociclones compuesta por 4 hidrociclones **ERAL cilindro-cónicos** de 6" de diámetro.

Alimentados con cuatro bombas centrífugas **BombaTeck CFM - 50**; 3" x 2", de 11 kW de potencia, dos por cada línea de molienda.

TAREA DE MOLIENDA

22, 4 t/h @ 150 um

Número Molinos: **2 unidades**

Velocidad Rotación: **26 rpm**

Porcentaje Velocidad Crítica: **87%**

Potencia Consumida: **320 kW**

Tamaño Alimentación: **6,500 um**

Tamaño Producto: **150 um**

Número Hidrociclones: **4 unidades**

Diámetro Hidrociclones: **6"**

Altura Hidrociclones: **35"**

Diámetro Ápex: **1 ¾" (45 mm)**

Diámetro Vórtex: **3 ¾" (95 mm)**

Presión Clasificación: **7 psi**



CALIBRACIÓN INICIAL DE FLOTACIÓN

CELDAS FLOTACIÓN:

Volumen Acondicionador: 2 m³

Tiempo Acond.: 2.5 minutos

Volumen flotación Rougher: 32 m³

Tiempo Rougher: 30 minutos

Volumen flotación Cleaner: 8 m³

Volumen flotación Cl-Scavenger: 8 m³

Volumen flotación Re-Cleaner: 2.4 m³

FÓRMULA FLOTACIÓN

Colector Primario: AP 3894

Dosis: 30 g/t (Molinos)

Colector Secundario: XAP

Dosis: 20 g/t (Acondicionador)

Espumante: MIBC

Dosis: 10 g/t (Acondicionador)





CALIBRACIÓN INICIAL DEL ESPESAMIENTO Y FILTRADO

El Concentrado y el Relave, producidos en Flotación, son bombeados hacia el área de espesamiento y filtrado. La pulpa es espesada en espesadores de alta capacidad, cuya descarga es almacenada en estanques agitados, desde donde son alimentados los filtros prensa, cuyo propósito es minimizar el contenido de humedad de ambos productos.

El Relave filtrado, conteniendo un 15% de humedad, es cargado sobre camión y es transportado al Depósito para su distribución y compactación posterior.





CALIBRACIÓN INICIAL DEL ESPEZAMIENTO Y FILTRADO DE CONCENTRADO

ESPEZADOR CONCENTRADO

Modelo: **OUTOTECK HRT**

Diámetro: **4 metros**

Velocidad de Sedimentación: **3 m/h**

Área de Espesamiento: **13 m²**

FILTRO CONCENTRADO

Modelo: **DIEMME ME 1000**

Número de placas: **13 placas**

Volumen de cámaras: **384 L**

Capacidad ciclo: **0,75 t/ciclo**

Tasa Filtración: **0,11 t/h/m²**

Humedad: **9%**

Tiempo ciclo: **15 minutos**





CALIBRACIÓN INICIAL DEL ESPESAMIENTO Y FILTRADO DE RELAVE

ESPESADOR DE RELAVE

Modelo: **OUTOTECK HRT**

Diámetro: **8 metros**

Velocidad de Sedimentación: **3 m/h**

Área de Espesamiento: **354 m²**

FILTRO DE RELAVE

Modelo: **DIEMME ME 1500**

Número de placas: **100 placas**

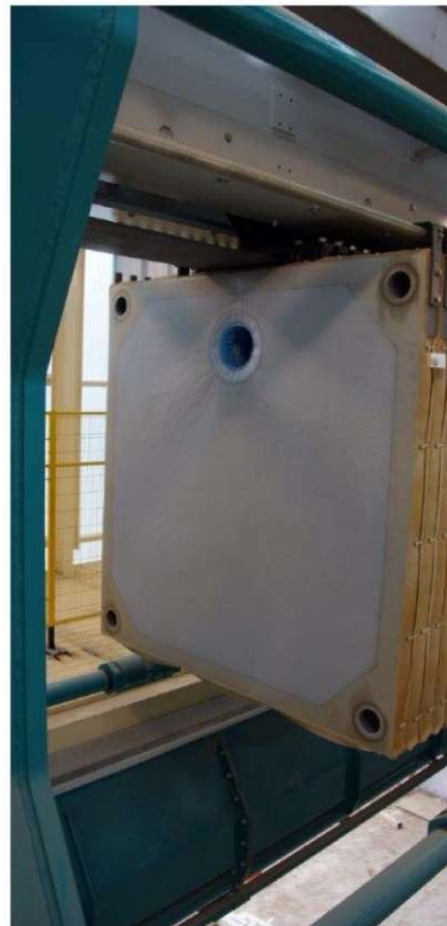
Volumen de cámaras: **6090 L**

Capacidad ciclo: **10.5 t/ciclo**

Tasa Filtración: **0,09 t/h/m²**

Humedad: **15%**

Tiempo ciclo: **15 minutos**





CALIBRACIÓN INICIAL DEPÓSITO DE RELAVE FILTRADO

TRATAMIENTO:

Transporte: **Camión 20 ton**

Nivelación carga: **Motoniveladora**

Altura capas: **30 cm**

Compactación carga: **Rodillo 10 ton**

Densidad Compactación: **2 t/m³**

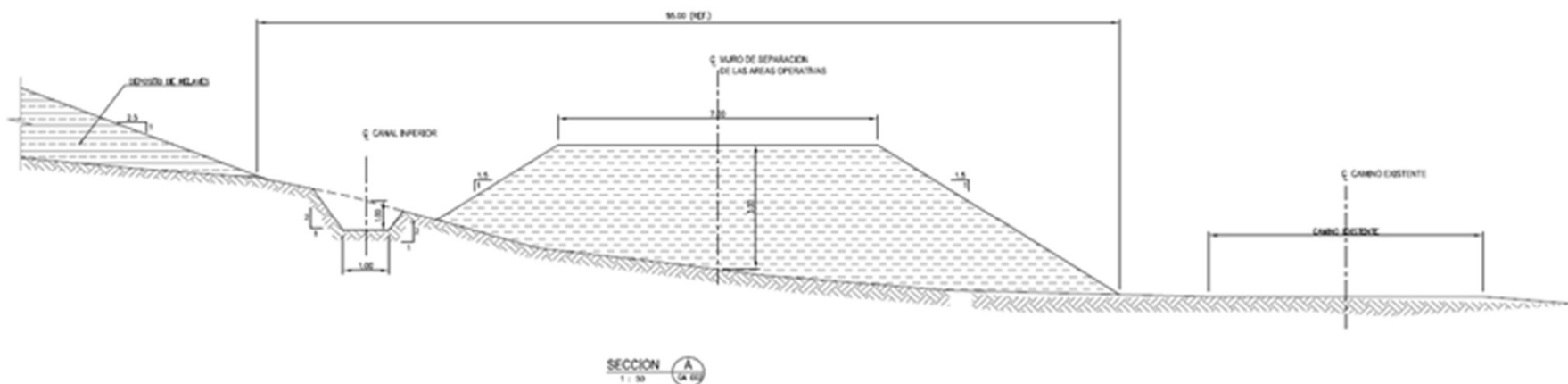
CONSTRUCCIÓN:

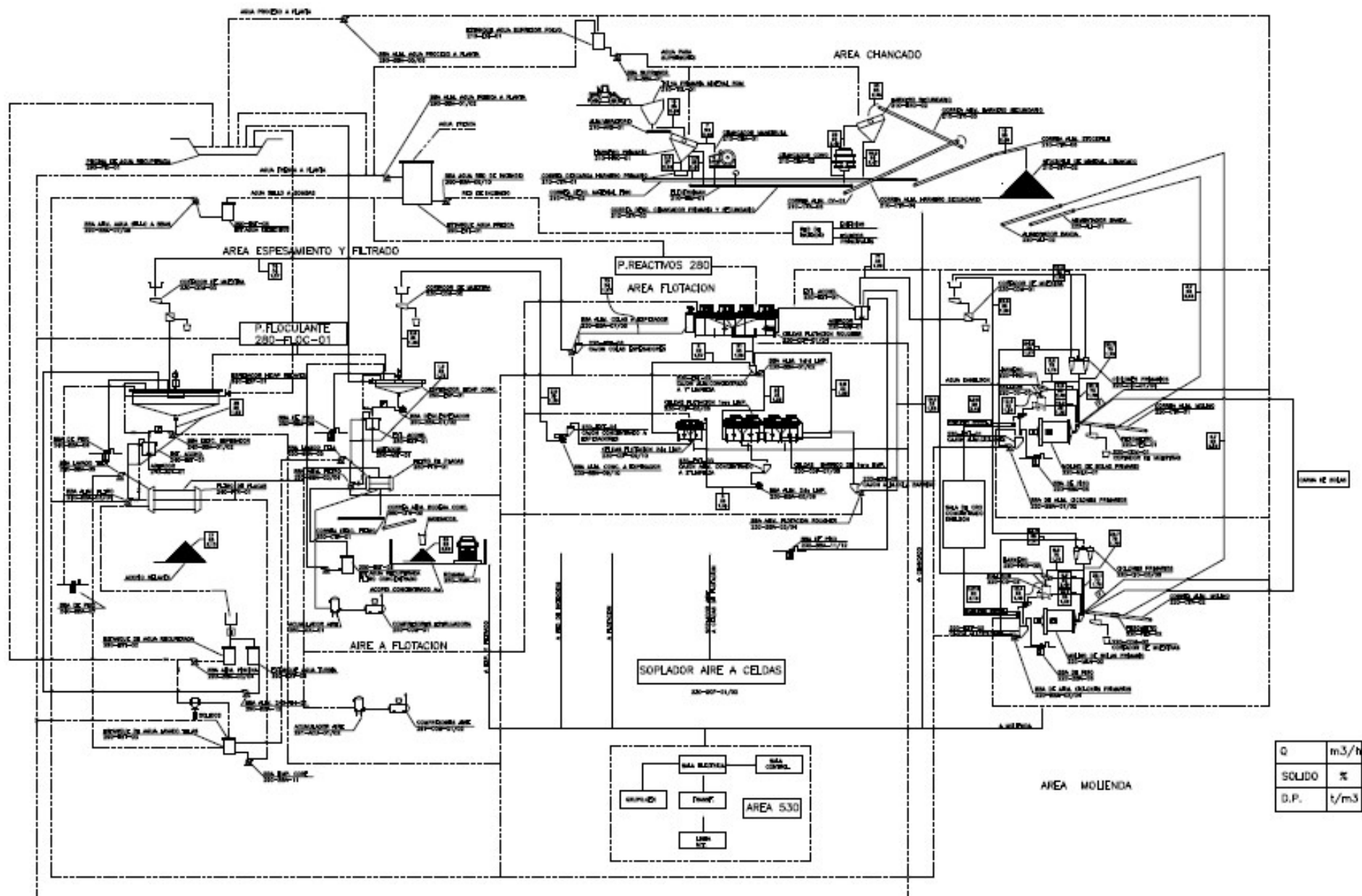
Altura bancos : **15 metros**

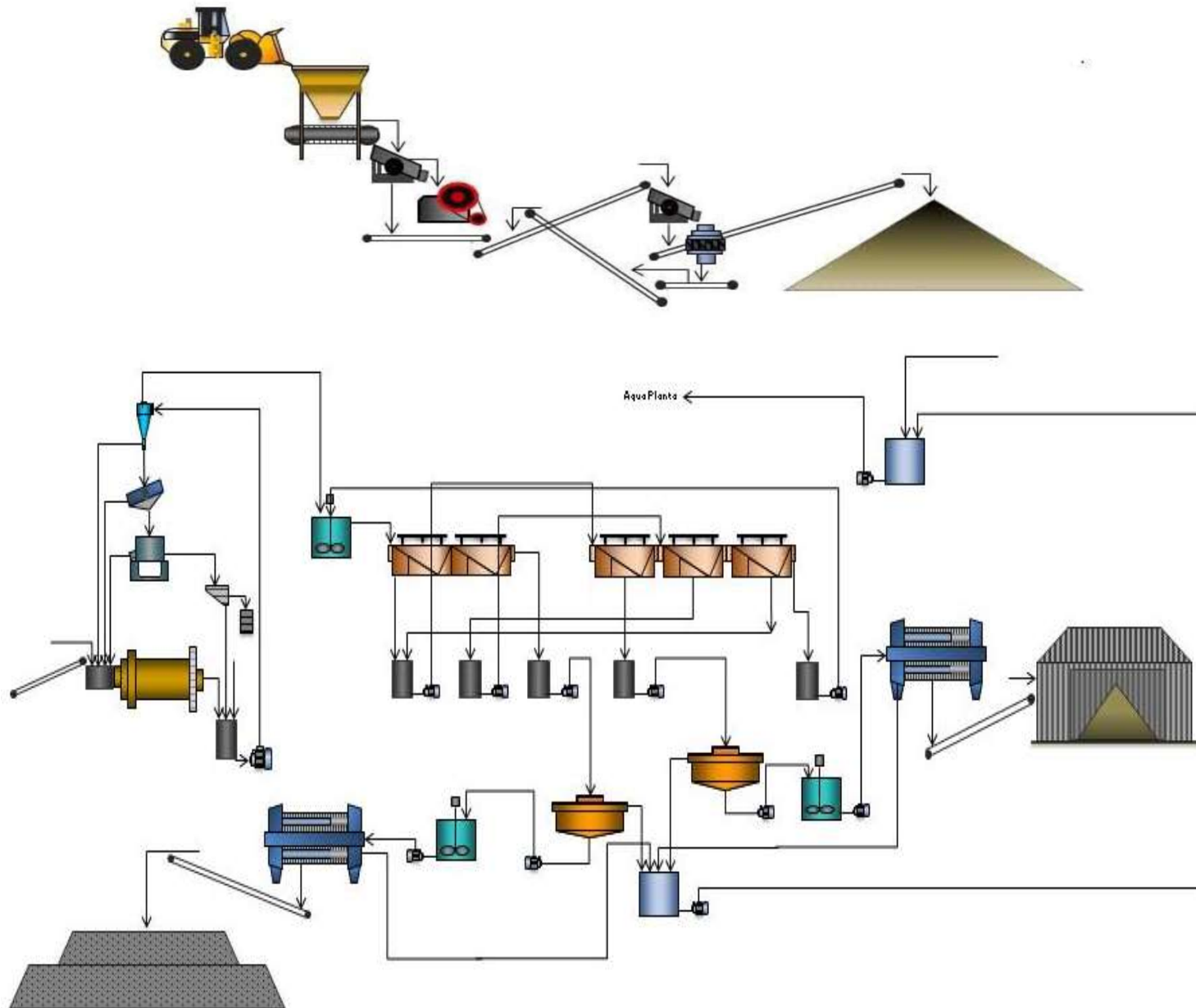
Ángulo de talud: **21,8°**

Tipo talud: **2.5 H :1 V**

Ancho bermas: **5 y 8 metros**









	2014	2015	2016	2017	2018	2019 (YTD)	Acum
t/Año	67.286	184.885	206.702	196.441	199.721	133.157	988.191
Au, g/t	4,8	5,5	4,2	4,0	3,7	2,2	4,1
Cu, %	0,17%	0,23%	0,25%	0,27%	0,81%	1,0%	0,46%
Rec Au, %	88,6%	91,1%	92,6%	93,4%	95,0%	92,1%	92,5%
Rec Cu, %	85,3%	90,0%	94,7%	90,2%	87,8%	93,5%	90,7%
Oz Au	9.151	29.530	25.944	23.461	22.560	8.798	119.444
Lb Cu	208.791	859.695	1.084.068	1.035.716	3.138.752	2.771.932	9.098.954
Oz Au Eq	9.659	31.370	27.880	25.813	29.711	14.981	139.414
Relave, t/Año	63.920	176.159	198.032	187.931	187.125	124.274	937.440
Humedad Relave, %	14,8%	15,7%	16,2%	16,2%	16,0%	15,4%	15,9%



➤ **FISCALIZACIÓN DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL
“EVIDENCIA DE MALAS PRÁCTICAS Y DECISIONES
OPERACIONALES”**



1. ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN.

1.1. Motivo de la Actividad de Fiscalización

Motivo: Denuncia	Descripción del motivo: Denuncias ciudadanas y municipal . Casos N° 1103-2015; N° 1238-2015 y N° 1269-2015
----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.2. Materia Específica Objeto de la Fiscalización Ambiental.

<ul style="list-style-type: none">• Manejo de pulpas• Manejo de relaves• Manejo de botaderos• Manejo de aguas lluvias• Calidad de agua

1.3. Aspectos relativos a la ejecución de la Inspección Ambiental.

1.3.1. Primer día de inspección

Fecha de realización: 19-07-2016	Hora de inicio: 11:00 hrs.	Hora de finalización: 13:15 hrs.
Fiscalizador encargado de la actividad: Andrea Masuero C.		Órgano: SMA
Fiscalizadores participantes:		Órgano:
Existió oposición al ingreso: NO.	Existió auxilio de fuerza pública: NO.	
Existió colaboración por parte de los fiscalizados: SI	Existió trato respetuoso y deferente: SI.	
Entrega de antecedentes solicitados: Si.	Entrega de acta: SI (Anexo 2)	



N° de estación	Nombre del sector	Descripción estación
1	Planta de procesos	Considera las operaciones unitarias de molienda, concentración de mineral y de filtrado de relaves
2	Deposito relaves	Relaves filtrados, manejo de aguas contactadas y no contactadas mediante canales de contorno
3	Botaderos	Botaderos y manejo de aguas lluvias



HECHOS CONSTATADOS DURANTE LA INSPECCIÓN AMBIENTAL

- a) Se visitó área de flotación verificando la existencia de muros de contención secundaria para derrames de pulpas. Se constataron actividades de limpieza manual (con palas) de pulpa que estaba al interior del muro de contención, el cual estaba siendo dispuesto temporalmente en el suelo, en el lado externo de la losa y muro de la planta de flotación. De acuerdo a lo señalado por el Sr Daniel Villarroel, Jefe de Operación Planta, el sistema de drenaje y bomba de piso al interior de la planta de flotación no era capaz de movilizar esa pulpa, porque que era de granulometría gruesa, lo que embargaría el sistema de recuperación de derrames. De acuerdo a lo informado, la granulometría gruesa se debió a un problema operacional de la etapa de ciclonado.
- b) En la parte posterior del área de flotación se observaron restos de pulpa que habrían sobrepasado el muro de contención secundaria, constatando acumulación de ésta sobre el suelo. Al respecto el Sr. Villarroel, señaló que ese material corresponde a un “despiche” de pulpa con fibras no apta para proceso, que es descartada en tambores metálicos y que el rebose de material fuera del muro, correspondería a dicho “despiche”.
- c) En el sector de los molinos 1 y 2 se constató la existencia de muros de contención secundaria. También se observaron acumulaciones de material por fuera del muro de contención, producto de la limpieza de la losa de dichas instalaciones.

EVIDENCIAS ENCONTRADAS ÁREA MOLIENDA (E1)



EVIDENCIAS ENCONTRADAS ÁREA FLOTACIÓN (E1)



EVIDENCIAS ENCONTRADAS ÁREA FLOTACIÓN (E1)





HECHOS CONSTATADOS DURANTE LA INSPECCIÓN AMBIENTAL

- a) Se visitó área de filtración de relaves, la cual posee muro de contención secundario en todo su perímetro.
- b) Se visitó lugar de acumulación temporal de relaves filtrados, “Cancha de Relaves”, observando pilas de aproximadamente 3,5 mts de altura, sin alguna medida de contención en su perímetro. De acuerdo a lo señalado por el Sr Villarroel, al momento de la visita habían aproximadamente 450 tons de relaves filtrados en la “Cancha de Relaves”, el cual tiene una densidad de 1,5. No se constató que existiera un “rebalse” desde esta área de acopio a hacia la piscina de espesamiento de relaves.
- c) En la berma del camino de servicio al costado sur de la planta de filtración de relaves, se observa un pequeño pretil de tierra. La pendiente y escorrentía del lugar de acopio temporal de relaves filtrados, conduciría un eventual flujo aguas abajo por dicho camino de servicio.

EVIDENCIAS ENCONTRADAS ÁREA FILTRACIÓN DE RELAVES (E1)



EVIDENCIAS ENCONTRADAS ÁREA FILTRACIÓN DE RELAVES (E1)





N° Hecho constatado	Materia específica objeto de la fiscalización ambiental.	Exigencia asociada	Hallazgo (s)
1	Manejo de pulpas y relaves	RCA N° 99/2013. Considerando 3.5.2. b. 7) Sistema de Contención Derrames. <i>Se contendrá el 110% del equipo o estanque de mayor capacidad. En la tabla 2-3 del Adenda N°1 de la DIA se describen e identifican las áreas con contención secundaria. Cada área será habilitada con una bomba de piso para devolver los derrames a proceso, según corresponda en cada área.</i>	<p>Se constató el acopio de pulpas fuera de las áreas de contención secundaria en el área de flotación y molinos.</p> <p>Se constató el acopio de rechazos de la planta de flotación en tambores metálicos, sin embargo en dicho procedimiento se constató el desborde de la pulpa fuera del área (pretil) de contención, cuya</p> <p>Lo anterior representa un riesgo de transferencia de contaminantes al suelo.</p>
2	Manejo de relaves	RCA N° 99/2013. Considerando 3.5.2, letra c.3) Plataforma de Acopio de Relave Filtrado. <i>El sector de acopio de relaves filtrados consistirá en una losa de hormigón con una superficie de 250 m² y 0,2 metros de espesor, con capacidad para almacenar 150 m³ de relave filtrado. El área de acopio se ubicará a continuación del área de filtrado de relaves. La losa se habilitará con muros perimetrales de 0,3 metros de altura y 0,2 metros de espesor, que permitirán evitar que el relave filtrado acopiado pueda esparcirse al exterior de esta área.</i>	<p>Se constató el acopio (450 m³) de relaves filtrados en la cancha de acopio temporal, equivalente a 3 veces lo establecido en la RCA.</p> <p>Se constató la inexistencia de muros perimetrales en la cancha de acopio temporal de relaves, ni otra medida de contención o conducción de posible escorrentías, lo que representa un riesgo de esparcimiento y derrame fuera del área de acopio en caso de precipitaciones, con la consiguiente posible transferencia de contaminantes al suelo.</p>



➤ **ORIGEN Y MAL MANEJO DE DERRAMES** **“FALLAS Y MALAS DECISIONES OPERACIONALES”**



1. ORIGEN DE DERRAMES DE PULPA EN CONTENCIONES DE FLOTACIÓN

Los Derrames de pulpa en la contención de FLOTACIÓN, son atribuibles a la **OBSTRUCCIÓN** del “**TRASH SCREEN**”, debido a:

- Flujo excesivo de pulpa conteniendo carga gruesa, no clasificada, debido al **ACORDONAMIENTO** de Hidrociclones.
- Acumulación de **FIBRA** del **SHOTCRETE**, proveniente de la mina, presente en la pulpa.

2. ORIGEN DE DERRAMES DE PULPA EN CONTENCIONES DE MOLIENDA

Los Derrames de pulpa en la contención de MOLIENDA, son atribuibles a la **PROYECCIÓN** de pulpa desde las **LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA** de carga, debido a:

- **EMBANCAMIENTO** de las líneas y/o chutes de transferencias de carga del circuito Molienda y Clasificación.
- **DESGASTE** de las líneas y/o chutes de transferencias de carga del circuito Molienda y Clasificación.



3. ORIGEN DE LA ACUMULACIÓN DE MÁS DE 150 m³ DE RELAVE FILTRADO EN LOSA

La sobrecarga de la losa de Relave Filtrado con más de 150 m³, es atribuible a:

- **INTERRUPCIÓN PROLONGADA** del servicio de transporte debido a la suspensión del tránsito de vehículos de carga, por las rutas interiores de la faena, debido al mal estado de caminos por lluvia.

4. ORÍGEN DEL COPIO DE RELAVE FILTRADO FUERA DE LA LOSA DE CONTENCIÓN

El acopio de Relave Filtrado fuera de la losa de contención, es atribuible a:

- **MALAS DECISIONES** operacionales que permitieron continuar con la producción de la planta concentradora y en consecuencia con la filtración del Relave, a pesar de que la losa de contención se encontrara al límite geométrico de su capacidad.



ORÍGEN DEL MAL MANEJO DE DERRAMES

Mover el derrame de pulpa o queque de relave filtrado, desde las lozas de MOLIENDA, FLOTACIÓN y RELAVE, hacia el SUELO no protegido, con la alta probabilidad de TRANSFERIR contaminantes, es atribuible a:

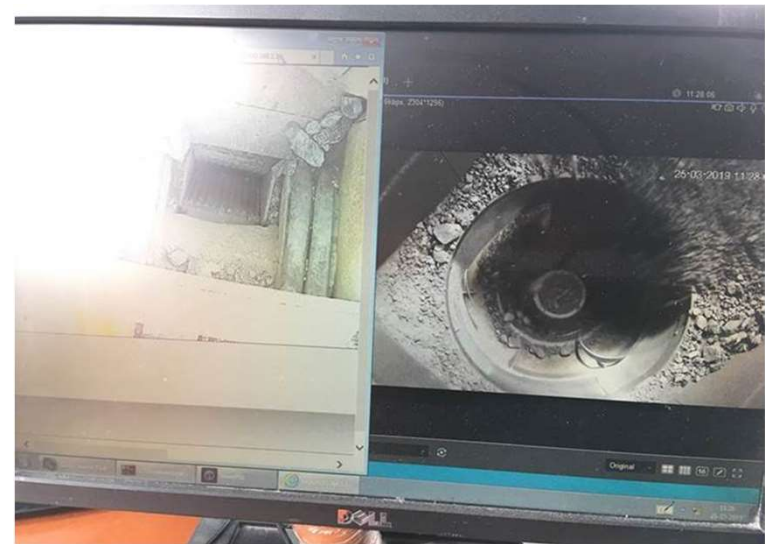
- **MALAS DECISIONES** operativas que autorizaron el traspaleo de la pulpa, fuera de las contenciones MOLIENDA y FLOTACIÓN, con la finalidad de retirar posteriormente la carga con un minicargador o retroexcavadora.
- **MALAS DECISIONES** operativas que autorizaron el acopio de Relave Filtrado, fuera de la loza de RELAVES, con la finalidad de no interrumpir la producción de la planta, mientras se esperaba por la habilitación de los caminos de tránsito interior, afectados por las intensas lluvias del período.



- **ANÁLISIS DE FALLAS QUE ORIGINARON DERRAMES**
 - i. IDENTIFICACIÓN DE FALLAS**

CAUSAS BÁSICAS DE LA OBSTRUCCIÓN DEL TRASH SCREEN POR ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES

- Ineficiencia de molienda por 'rocas fugitivas' proveniente de rebalses del área de Chancado, que generan aumentos de cargas circulantes y obstrucciones del sistema.
- Ineficiencia de molienda por insuficiente capacidad de hidrociclones de 6", que permiten que se obstruyan fácilmente las entradas tangenciales y los Ápex.
- Ineficiencia de molienda por Insuficiente capacidad de bombas de descarga de molinos, por obstrucción de las succiones, impulsos y líneas de transferencia.





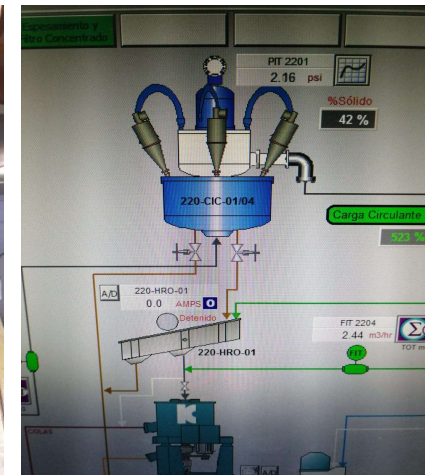
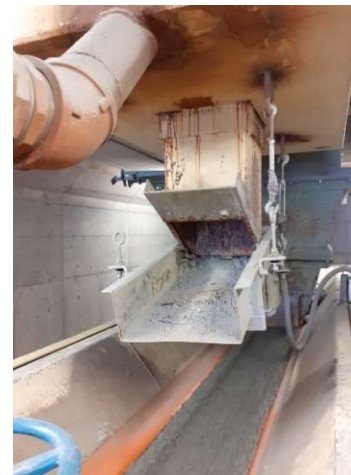
CAUSAS BÁSICAS DE LA OBSTRUCCIÓN DEL TRASH SCREEN POR ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES

- Ineficiencia de molienda por alta frecuencia de obstrucción de parrilla, cajón y bombas hidrociclones con carga gruesa.
- Ineficiencia de molienda por rotura y/o desgaste de Módulos de Harneros en Chancado, que permiten que 'rocas fugitivas' produzcan aumentos de cargas circulantes y obstrucciones.
- Ineficiencia de molienda por corte y/o disminución del flujo de Agua de Procesos para diluir la alimentación y descarga de los molinos, produciendo obstrucciones de las líneas de transferencia por alta densidad.



CAUSAS BÁSICAS DE LA OBSTRUCCIÓN DEL TRASH SCREEN POR ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES

- Ineficiencia de molienda por inadecuado diseño de chutes de transferencias de carga, que facilitan el efecto de 'carga colgada'.
- Ineficiente operación de la molienda y clasificación por ausencia de lazo de control entre presión hidrociclón y alimentación de mineral.





CAUSAS BÁSICAS DE LA OBSTRUCCIÓN DEL TRASH SCREEN POR ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES

- Ineficiencia de molienda por inadecuado diseño de los 'lifter' del cilindro del molino, sin ángulo de ataque, respecto de lo cual la trayectoria de bolas tiene un distanciado encuentro con la carga de mineral.
- Ineficiencia de molienda por excesivo espesor de las corazas del cilindro del molino, resultando en un menor diámetro efectivo capaz de desarrollar una menor potencia
- Ineficiencia de molienda por alta velocidad de rotación de molinos, muy próximo a la velocidad crítica o de centrifugación de las bolas.





CAUSAS BÁSICAS DE LA OBSTRUCCIÓN DEL TRASH SCREEN POR ACUMULACIÓN DE FIBRA DE SHOTCRETE

- Ineficiente sistema de limpieza de la fibra sintética del 'Shotcrete' en 'Trash Screen', que obliga a operadores de flotación a utilizar varias horas del turno en la limpieza.
- Insuficiente área libre de clasificación en la malla del "Trash Screen" por reducidas dimensiones del bastidor y slot.
- Reducida vida útil de la malla del "Trash Screen" sometido a flujo continuo conteniendo carga mineral potencialmente abrasivo.





CAUSAS BÁSICAS DEL EMBANCAMIENTO Y DESGASTE DE LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA EN MOLIENDA

- Tránsito y/o presencia de mineral grueso y/o basura industrial, que se encuentra mezclado con la misma carga y que se acumula en las líneas y/o chutes de transferencia.
- Menor durabilidad de las materias primas de fabricación de las líneas y/o chutes de transferencia
- Ausencia de revestimientos interiores que protejan el interior de las líneas y/o chutes de transferencia
- Equivocado pronóstico para la programación del cambio oportuno de componentes de desgaste de líneas y/o chutes de transferencia





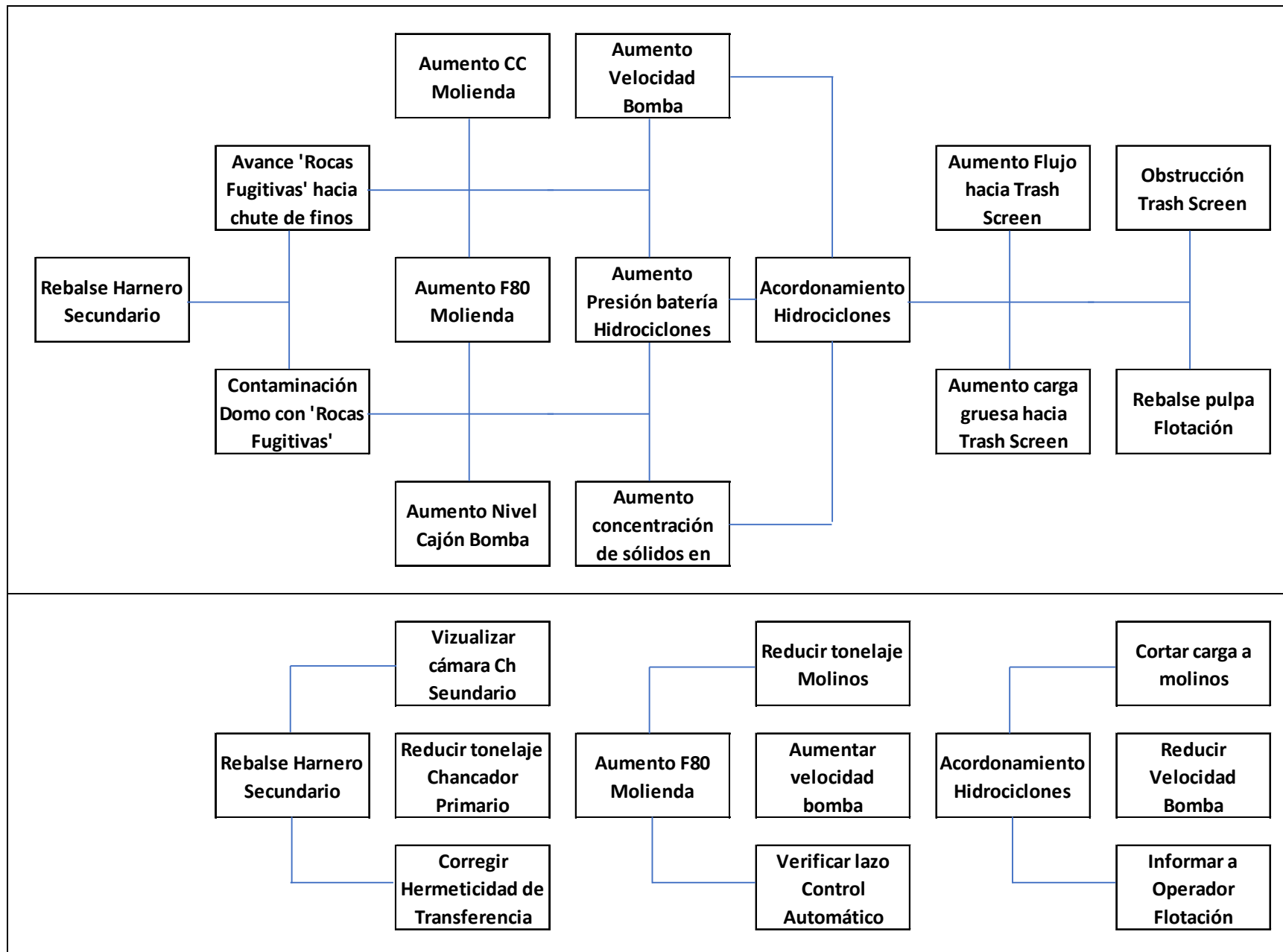
CAUSAS BÁSICAS DE LA ACUMULACIÓN EXCESIVA DE RELAVE Y ACOPIO DE RELAVE FILTRADO FUERA DE LA LOZA

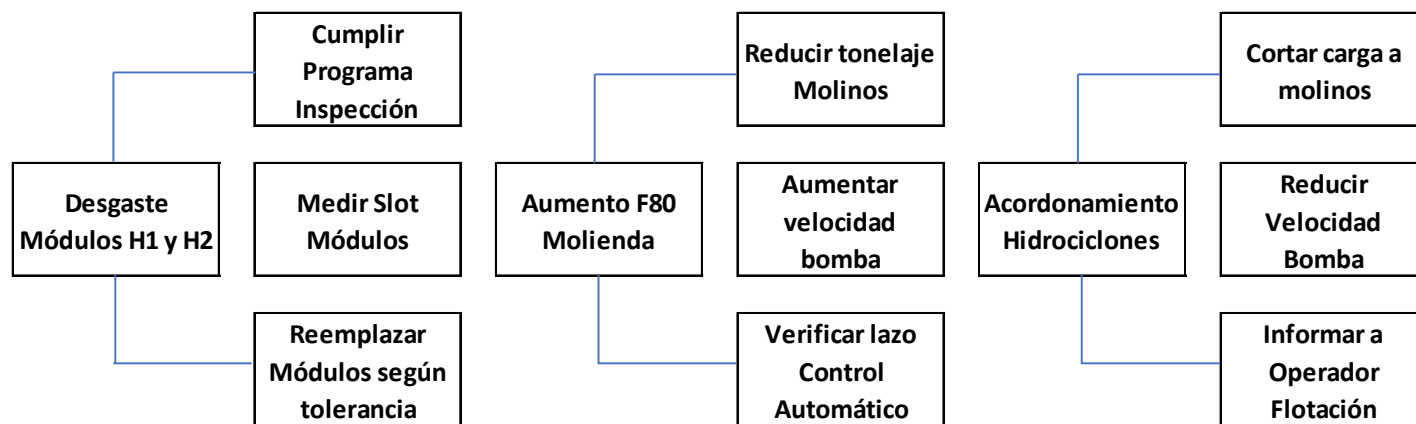
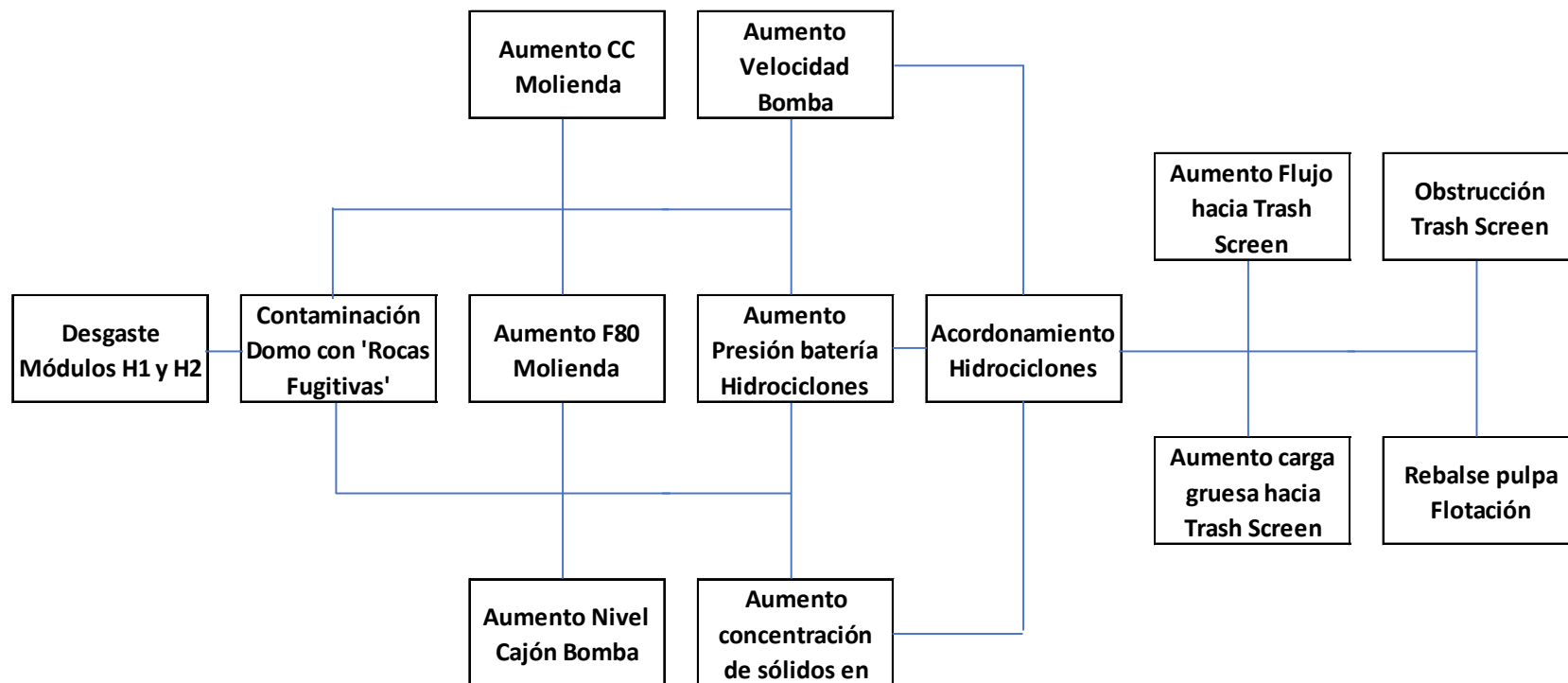
- Mal estado de caminos de tránsito interior para camiones de transporte de relave filtrado, desde la loza hacia el depósito de relaves, causado por alguna lluvia prolongada.
- Baja disponibilidad de la flota de equipos de carguío y transporte de relave filtrado
- Operación de carguío de relave filtrado sobre la tolva del camión realizado fuera de la contención
- Arrastre de relave filtrado en neumáticos de camiones y cargador y balde de cargador, hacia fuera de la contención

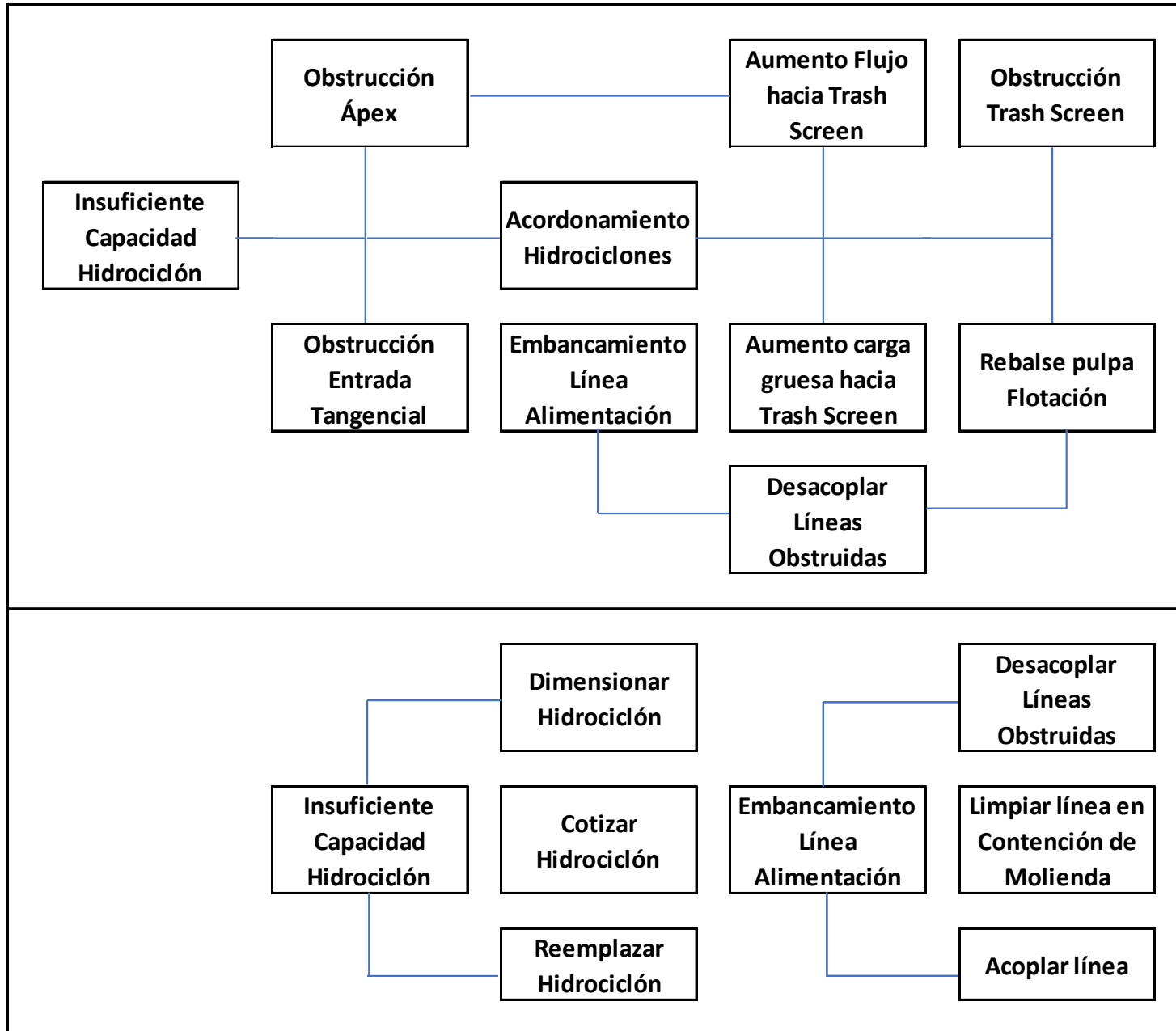


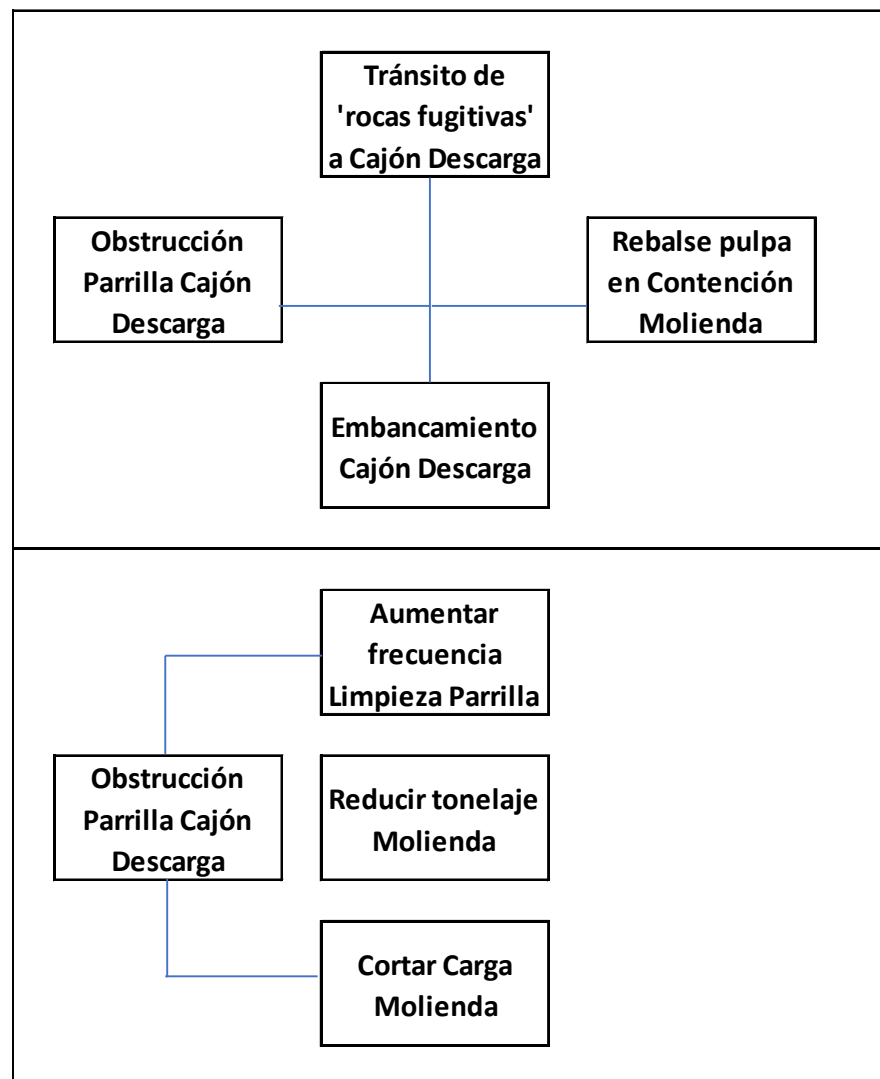
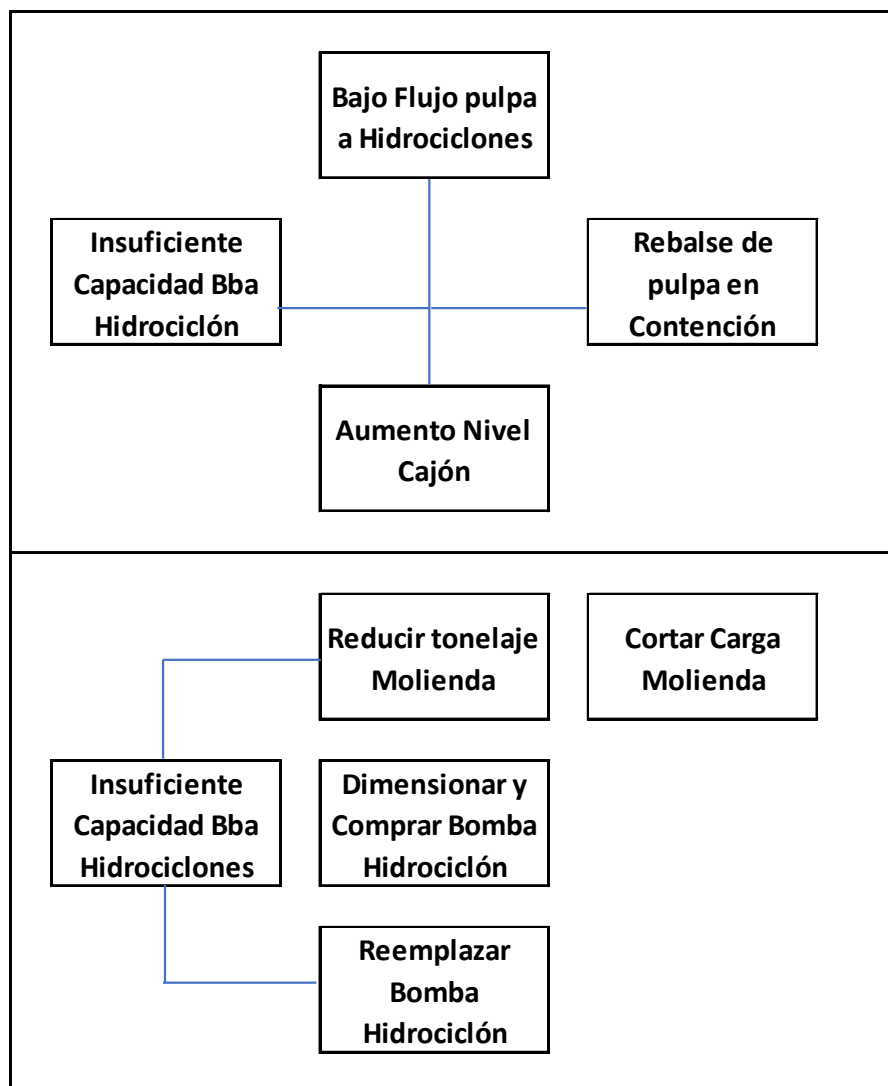


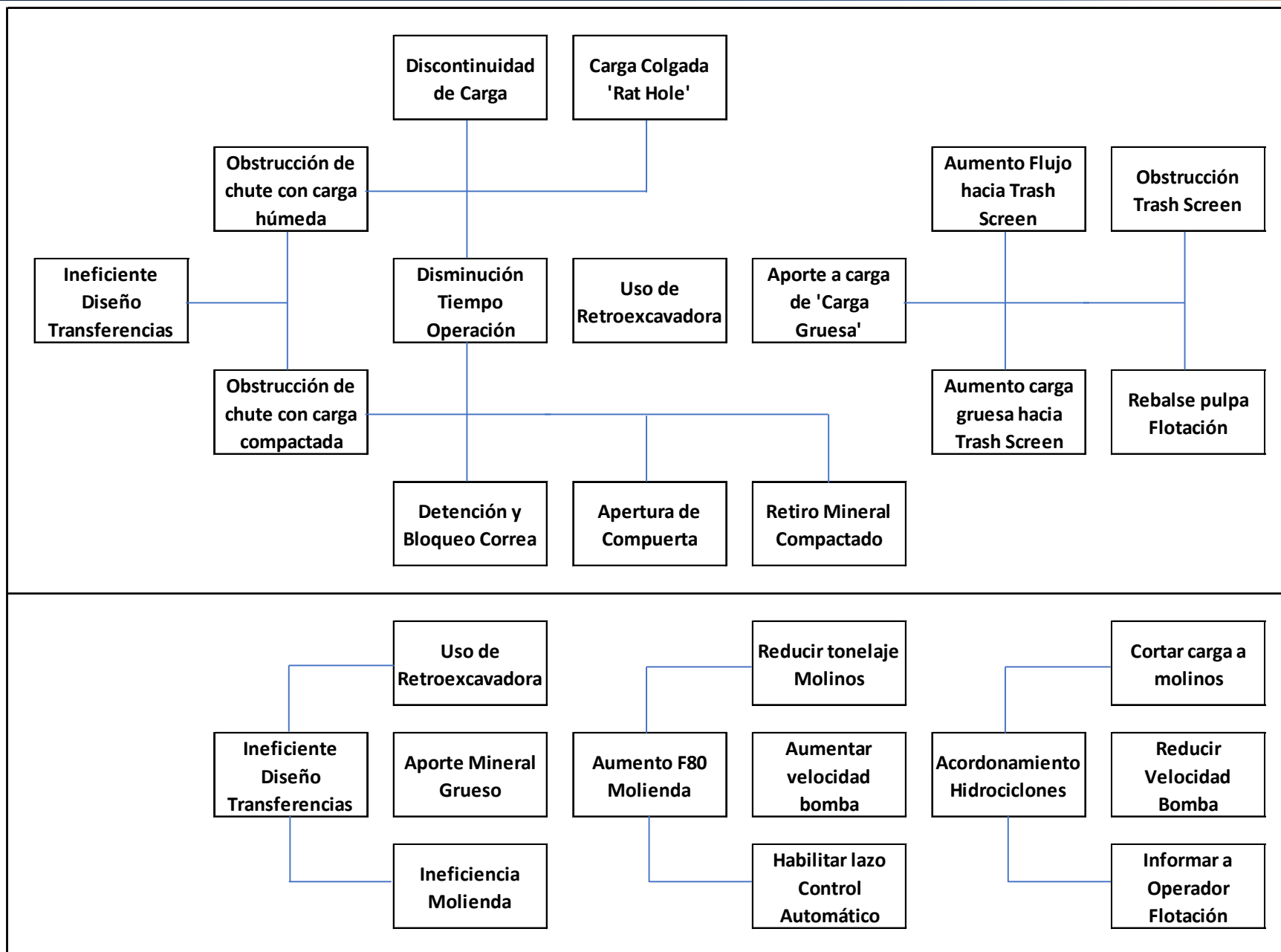
- **ANÁLISIS DE FALLAS QUE ORIGINARON DERRAMES**
 - ii. IDENTIFICACIÓN DE FALLAS
 - iii. **FLUJOGRAMA DE FALLAS**

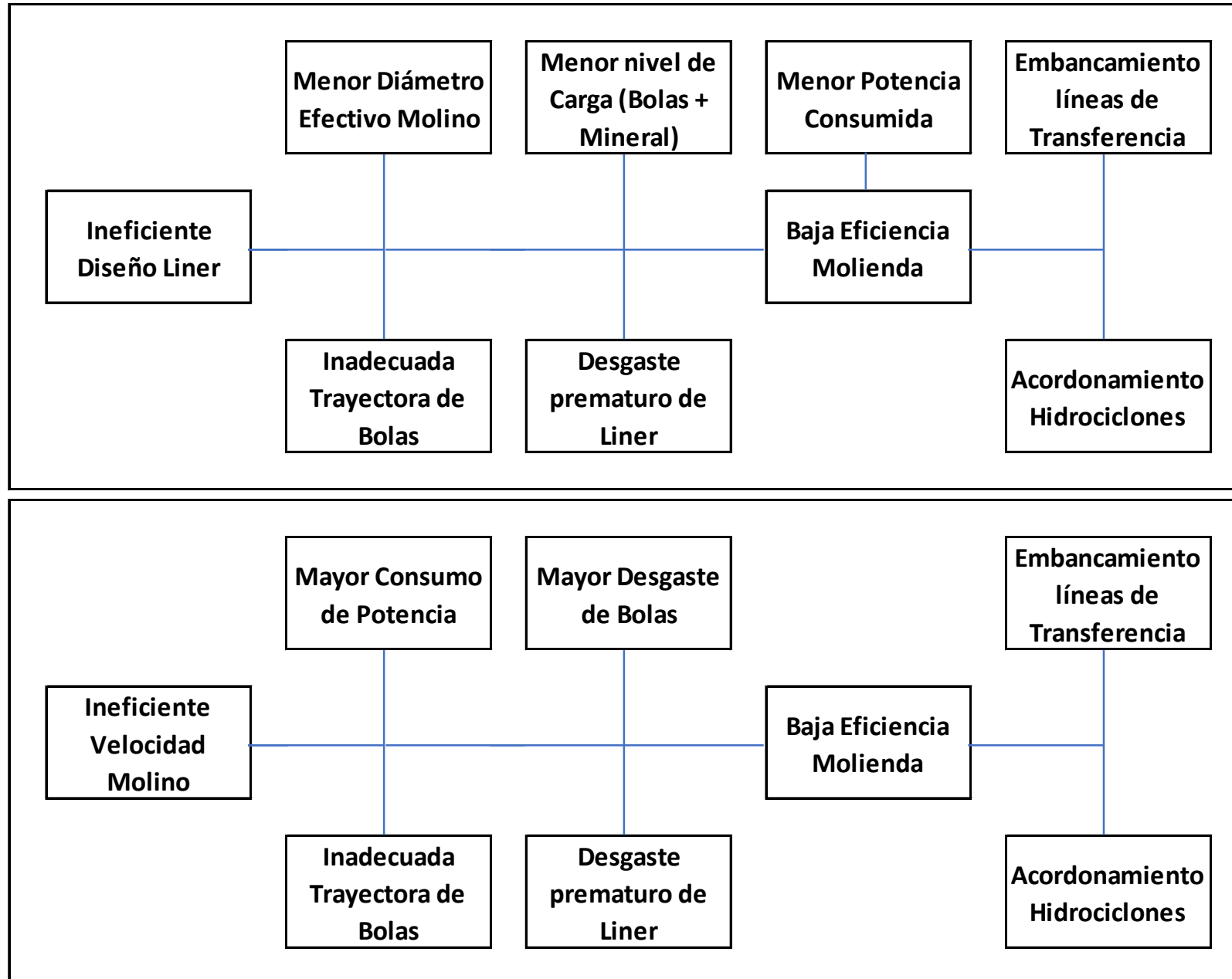














➤ **CORRECCIÓN DE FALLAS Y DECISIONES OPERACIONALES**

i. OBSTRUCCIÓN DEL “TRASH SCREEN”

a) FIBRA DE SHOTCRETE

b. ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES

ii. EMBANCAMIENTO LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA MOLIENDA

iii. DESGASTE LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA MOLIENDA

iv. SOBREPASAR VOLUMEN RELAVE AUTORIZADO EN LOZA



OBSTRUCCIÓN DE “TRASH SCREEN” CON FIBRA DE SHOTCRETE

El Trash Screen es un harnero fijo de 2 x 6 pies, con slot de 5 milímetros, ubicado en la cabeza del área de flotación, cuyo propósito es separar, de la pulpa de mineral, la fibra sintética de polipropileno, utilizada para reforzar el ‘Shotcrete’ aplicado en la operación de la mina.

La fibra sintética causa serios trastornos en la operación de las áreas de flotación, espesamiento y filtrado, aguas abajo de molienda, acumulándose y obstruyendo el piping (bombas, válvulas y líneas).

Al extraer minerales, desde la mina, por tronadura, el ‘Shotcrete’, aplicado en las paredes adyacentes y techo de la labor minera, cae junto al mineral, razón por la cual este contaminante estará presente en la carga que se alimenta a la planta.



El ‘Shotcrete’ es colocado en la superficie de la roca, por proyección neumática de alta velocidad desde una boquilla. Sus componentes son áridos, cemento y agua, complementados con fibras sintéticas de refuerzo.



OBSTRUCCIÓN DE“TRASH SCREEN” CON FIBRA DE SHOTCRETE

Debido a que el “Trash Screen” es una parrilla fija, “No Auto limpiante”, requiere de la atención permanente del operador de Flotación, para evitar la **ACUMULACIÓN DE FIBRA** sintética en la malla y se tape. Los **CONTROLES OPERACIONALES** juegan un rol importante en la detección temprana de esta irregularidad.

En consecuencia puede inferirse que la causa de los rebalses de pulpa hacia la contención, del área de Flotación, son los ocasionados por la obstrucción de los pequeños orificios de 5 milímetros con una abundante acumulación de **FIBRA de “SHOTCRETE”**.





EQUIVOCADAS DECISIONES OPERACIONALES

Si se produjeran derrames de pulpa, hacia la contención de Flotación por “**OBSTRUCCIÓN del TRASH SCREEN**”, con fibra de Shotcrete, la pulpa debe ser levantada por bombeo, a través de la bomba de piso del área, desde la contención hacia las celdas de flotación, tal como fue diseñada la planta.

ES INCORRECTO

No limpiar la superficie del “Trash Screen”, promoviendo la obstrucción de la malla con fibra sintética de Shotcrete y el consiguiente rebalse de pulpa hacia la contención.

ES INCORRECTO

Traspalear la pulpa fuera de la contención de Flotación, CONTAMINAR el suelo y luego recoger la pulpa con un minicargador o retroexcavadora.





➤ **CORRECCIÓN DE FALLAS Y DECISIONES OPERACIONALES**

i. OBSTRUCCIÓN DEL “TRASH SCREEN”

a) FIBRA DE SHOTCRETE

b. ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES

ii. EMBANCAMIENTO LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA MOLIENDA

iii. DESGASTE LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA MOLIENDA

iv. SOBREPASAR VOLUMEN RELAVE AUTORIZADO EN LOZA



OBSTRUCCIÓN DE “TRASH SCREEN” POR ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES

El **HIDROCICLÓN** es comúnmente usado en minería para la separación o clasificación de partículas sólidas en un medio líquido o pulpa, cuyas variables de operación son:

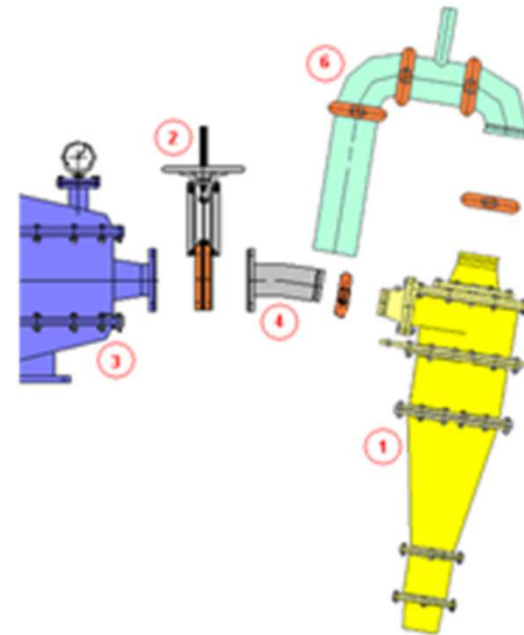
SÓLIDOS ALIMENTACIÓN

Usualmente expresada como porcentaje de sólidos en peso, tiene un efecto directo en el rendimiento de un hidrociclón, a mayor porcentaje de sólidos, más grueso será el tamaño de corte d50.

El d50 es el diámetro de partícula que tiene la misma probabilidad de ser clasificado hacia el rebalse o descarga del hidrociclón.

Diámetro de ENTRADA

El área de la sección rectangular es equivalente al área de un círculo, cuyo diámetro se conoce como "diámetro equivalente de entrada" y denota al tamaño de entrada.



Diámetro del VORTEX

El tamaño del Vortex tiene el mayor efecto sobre el rendimiento del ciclón, mientras más pequeño el buscador de vórtice, la clasificación es más fina y menor es la capacidad de ciclón.



OBSTRUCCIÓN DE “TRASH SCREEN” POR ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES

PRESIÓN DE ALIMENTACIÓN

La presión de alimentación requerida para la correcta operación de un hidrociclón varía dependiendo de su tamaño. Un sensor de presión debe ser localizado en el distribuidor de alimentación o en la cañería de alimentación adyacente a la entrada del hidrociclón, de manera de indicar en forma constante la presión de operación.

Un cambio en la presión de alimentación afectará el rendimiento de operación y la razón de separación de agua del ciclón, generalmente mientras más alta sea la presión más fina será la separación y menor será la razón de separación de agua o mayor será la concentración de sólidos en la descarga del hidrociclón, exponiendo el sistema a un **ACORDONAMIENTO**.





OBSTRUCCIÓN DE “TRASH SCREEN” POR ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES

Respuesta ↑ Efecto	ΔP	d_{50}^c	Bp_{finos}	α (nitidez)	%Sol _{Underflow}	%Sol _{Overflow}
$Q_{Alimentación}$	↑	↓	↓	-	↑	↓
$\rho_{Alimentación}$	↑↓	↑	↑	↓	↑	↑
D_{Vortex}	↓	↑	↓	-	↑	↑
D_{Apex}	↓	↓	↑	-	↓	↓
$D_{Area\ Entrada}$	↓	↑	↑	↓	↓	↑

Relación entre Variables

Puede verse la relación existente entre el Flujo de Alimentación ($Q_{Alimentación}$) y las variables presión (ΔP) y concentración de sólidos en peso de la descarga del hidrociclón (%Sol ‘Underflow’). La tabla muestra que al aumentar el flujo, producto del aumento de la carga circulante, debido al aumento del tamaño de alimentación o dureza del mineral (por ejemplo), se incrementaría la presión a la batería y los sólidos en la descarga del hidrociclón. Una concentración de sólidos excesiva producirá que se **ACORDONE** y **OBSTRUYA** el Ápex, permitiendo que la carga “gruesa”, sin clasificar, sea transferida al área de Flotación.

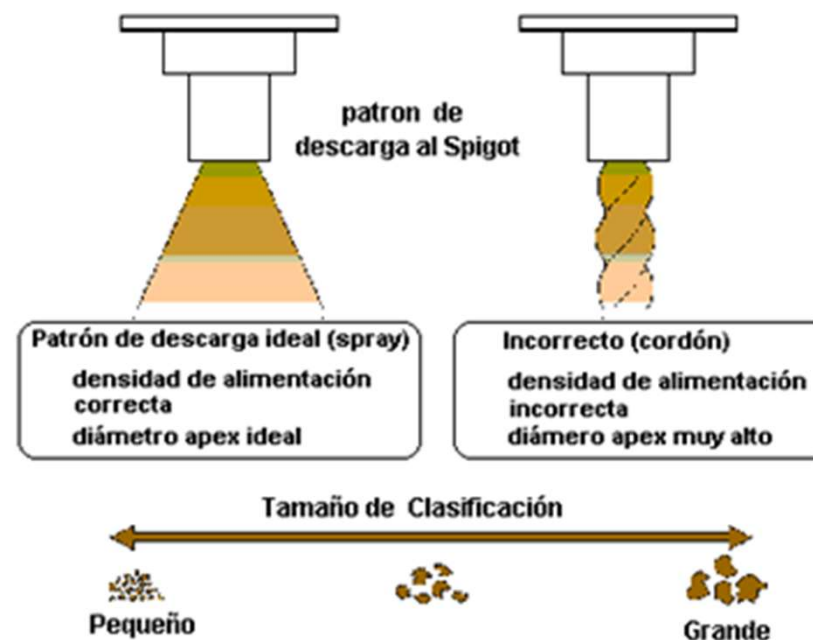


OBSTRUCCIÓN DE “TRASH SCREEN” POR ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES

Diámetro del APEX

La selección del “Diámetro de Apex” puede ser considerada como la variable de “sintonización” más importante del Hidrociclón. El diámetro del Ápex tiene el efecto directo sobre la densidad de la descarga del Hidrociclón. En general, una disminución en el diámetro del Ápex aumentará de densidad de pulpa de la descarga y mejorará la eficiencia de Clasificación.

Sin embargo, debemos cuidar que el diámetro del Ápex no se reduzca lo suficiente como para que prevalezca una condición de “**ACORDONAMIENTO**”. Esto indicaría que el Ápex está sobrecargado y que el volumen de sólidos en la descarga es demasiado elevado y por lo tanto se requerirá un Ápex de mayor diámetro.



Será responsabilidad del operador de Molienda mantener la **PRESIÓN** del hidrociclón monitoreada permanentemente y responsabilidad del operador de Sala de Control mantener el **LAZO DE CONTROL** habilitado.



EQUIVOCADAS DECISIONES OPERACIONALES

Si se produjeran derrames de pulpa hacia la contención de Flotación, por “**OBSTRUCCIÓN del TRASH SCREEN**”, con carga gruesa producto del **ACORDONAMIENTO** de hidrociclones, la pulpa debe ser levantada por bombeo, a través de la bomba de piso del área, desde la contención hacia las celdas de flotación, tal como fue diseñada la planta.

ES INCORRECTO

Operar los hidrociclones a presiones elevadas que permitan que el Ápex se ACORDONE y se obstruya, enviando mayor flujo de pulpa conteniendo carga gruesa, hacia flotación, promoviendo el rebalse y desborde del “Trash Screen”.

ES INCORRECTO

Traspalear la pulpa fuera de la contención de Flotación, CONTAMINAR el suelo y luego recoger la pulpa con un minicargador o retroexcavadora.





➤ **CORRECCIÓN DE FALLAS Y DECISIONES OPERACIONALES**

- i. OBSTRUCCIÓN DEL “TRASH SCREEN”
 - a) FIBRA DE SHOTCRETE
 - b. ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES
- ii. **EMBANCAMIENTO LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA MOLIENDA**
- iii. DESGASTE LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA MOLIENDA
- iv. SOBREPASAR VOLUMEN RELAVE AUTORIZADO EN LOZA



EMBANCAMIENTO DE LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA

EMBANCAMIENTOS DE LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA

La planta de Molienda y Clasificación que fue diseñada para operar con una granulometría de 6,500 micrones y debido a fallas operacionales, del área de Chancado, es a menudo invadida por “**rocas fugitivas**” de mayor granulometría, provenientes de algún derrame de harneros por sobrecarga y/o rotura de módulos de harneros.

El tránsito de las citadas “rocas fugitivas”, en el circuito de Molienda y Clasificación, podría originar embancamientos de las líneas de transferencia, cuya normalización supone la desconexión de líneas y como consecuencia el derrame de pulpa hacia las contenciones.



Trastornos:

Atascamiento de impulsores de bomba, obstrucción de alimentación y descarga de hidrociclones, obstrucción de cajones de descarga, obstrucción de chutes de alimentación, obstrucción de succión de la bomba, obstrucción de la línea de alimentación de hidrociclones.



EQUIVOCADAS DECISIONES OPERACIONALES

Si se produjeran **EMBANCAMIENTOS** de pulpa hacia la contención de Molienda y Clasificación, por las razones indicadas anteriormente, “TRÁNSITO DE ROCAS FUGITIVAS”, la pulpa vertida a la contención debe ser levantada por bombeo, a través de la bomba de piso del área hacia el cajón de descarga del molino, tal como fue diseñada la planta.

ES INCORRECTO

Traspalear la pulpa fuera de la contención de Molienda y Clasificación, **CONTAMINAR** el suelo y luego recoger la pulpa con un minicargador o retroexcavadora.

ES INCORRECTO

No revisar periódicamente el estado de conservación de la hermeticidad de harneros del área de chancado y grado de desgaste de módulos de la malla de corte

ES INCORRECTO

Sobrecargar la cámara del Chancador Secundario que promueva el rebalse de carga gruesa hacia el chute de finos del Harnero.





➤ **CORRECCIÓN DE FALLAS Y DECISIONES OPERACIONALES**

- i. OBSTRUCCIÓN DEL “TRASH SCREEN”
 - a) FIBRA DE SHOTCRETE
 - b. ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES
- ii. EMBANCAMIENTO LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA MOLIENDA
- iii. **DESGASTE LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA MOLIENDA**
- iv. SOBREPASAR VOLUMEN RELAVE AUTORIZADO EN LOZA



DESGASTE DE LÍNEAS DE TRANSFERENCIA

DESGASTES DE LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA

La planta de Molienda y Clasificación, cuyo diseño y construcción original consideró la selección de HDPE para la fabricación del piping, es vulnerable a la acción de materiales más abrasivos y de mayor dureza, que desgastan prematuramente las líneas de transferencia de carga.

En tales circunstancias el tránsito de “minerales abrasivos”, a través del circuito de Molienda y Clasificación, podría originar el desgaste prematuro de las líneas de transferencia con la consiguiente proyección de pulpa hacia las contenciones.



Trastornos:

Desgaste del sello, boquilla y cilindro del ‘Spoud Feeder’, desgaste de líneas de succión y descarga de bombas de hidrociclones, desgaste de líneas de descarga de ‘Underflow’, desgaste de chutes de alimentación, desgaste de manguerote de acople entre el chute y ‘Spoud Feeder’.



EQUIVOCADAS DECISIONES OPERACIONALES

Si se produjeran **DERRAMES** de pulpa hacia la contención de Molienda y Clasificación, por las razones indicadas anteriormente, “DESGASTE DE LÍNEAS DE TRANSFERENCIA”, la pulpa proyectada a la contención debe ser levantada por bombeo, a través de la bomba de piso del área hacia el cajón de descarga del molino, tal como fue diseñada la planta.

ES INCORRECTO

Traspalear la pulpa fuera de la contención de Molienda y Clasificación, CONTAMINAR el suelo y luego recoger la pulpa con un minicargador o retroexcavadora.

ES INCORRECTO

No revisar periódicamente el estado de avance del desgaste de las líneas de transferencia, para evaluar y pronosticar el cambio oportuno, y anticiparse a la rotura y/o derrame.

ES INCORRECTO

No reemplazar las líneas de HDPE por líneas de acero engomado de mayor resistencia a la abrasión.





➤ **CORRECCIÓN DE FALLAS Y DECISIONES OPERACIONALES**

- i. OBSTRUCCIÓN DEL “TRASH SCREEN”
 - a) FIBRA DE SHOTCRETE
 - b. ACORDONAMIENTO DE HIDROCICLONES
- ii. EMBANCAMIENTO LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA MOLIENDA
- iii. DESGASTE LÍNEAS Y/O CHUTES DE TRANSFERENCIA MOLIENDA
- iv. **SOBREPASAR VOLUMEN RELAVE AUTORIZADO EN LOZA**



SOBREPASAR VOLUMEN DE RELAVE AUTORIZADO EN CONTENCIÓN

SOBREPASAR ALMACENAMIENTO DE RELAVE AUTORIZADO

La planta de Filtración fue autorizada para almacenar, en la losa de contención de hormigón un volumen máximo de 150 m³ de Relave filtrado.

Ocasionalmente las intensas lluvias, afectan seriamente el estado de los caminos de tránsito interior de camiones, particularmente desde la planta de procesos al Depósito de Relaves. Las tardías decisiones operacionales, fundadas en objetivos individuales, permitieron que se acumularan más de 450 m³ en la losa de Relave. La tardía decisión, de interrumpir la operación de la planta, obligó a operadores de filtrado a almacenar Relave, incluso, a un costado de la losa de contención.





EQUIVOCADAS DECISIONES OPERACIONALES

Si se interrumpiera el proceso continuo de transporte de Relave filtrado, desde la planta de beneficio, hacia el Depósito de Relave, por razones diversas, tales como; “MAL ESTADO DE CAMINOS POR LLUVIA” o “FALLA DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y TRANSPORTE”, la planta de Beneficio de minerales deberá DETENERSE, hasta la normalización.

ES INCORRECTO

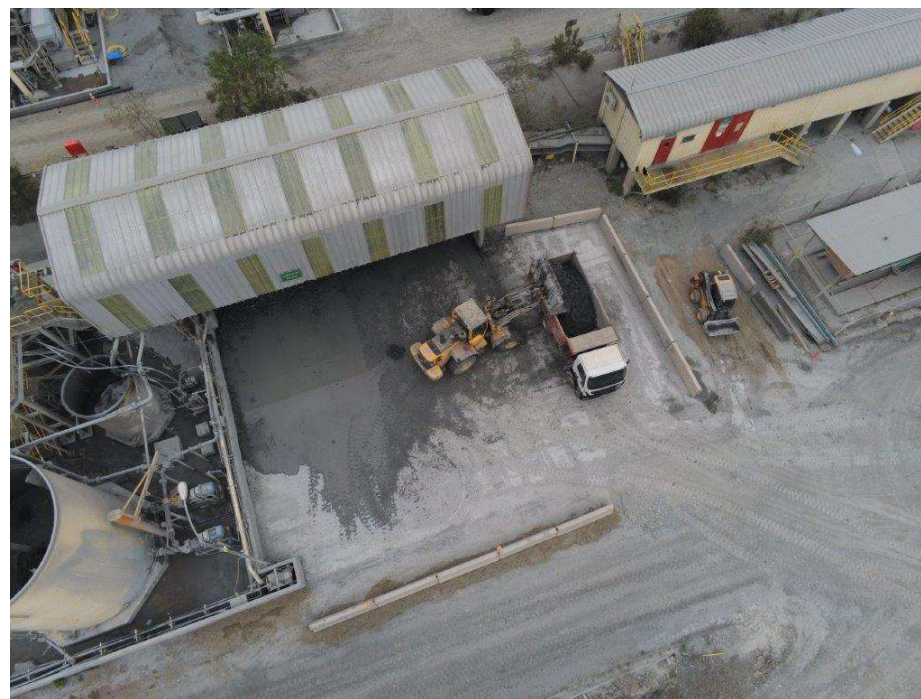
Acumular más de 150 m³ de Relave filtrado en losa de contención.

ES INCORRECTO

No detener la planta cuando se interrumpan los mecanismos de carguío y transporte de relave hacia el Depósito, ya sea por fallas de equipos o por mal estado de caminos.

ES INCORRECTO

Acopiar Relave filtrado en suelo adyacente a la losa de Relave autorizada, transfiriendo contaminantes a la naturaleza.





➤ CONCLUSIONES



- Lograr un mejor desempeño Ambiental requirió de un cambio profundo en los hábitos de nuestro personal, en todos los niveles de la organización de la planta, respecto de lo cual todas las actividades que se desarrollan en la planta hoy, están basadas en acciones vigilantes y proteccionistas del Medio Ambiente.
- Hoy no operamos la planta como lo muestra la evidencia presentada por la SMA en su fiscalización de 2016.
 - i. Hemos sido capaces de identificar las causas básicas de los derrames de pulpa, sobre las contenciones, y en función de aquello hemos realizado los cambios necesarios en nuestro proceso.
 - ii. Estamos convencidos que podemos operar la planta sin ‘derrames de pulpa’ a las contenciones.
 - iii. Hemos erradicado la ‘mala práctica’ de limpiar las contenciones, traspaleando la carga, fuera de las contenciones, para luego recogerla con un equipo de carguío.
 - iv. Hemos instruido a nuestros operadores para DETENER las operaciones, frente a una interrupción prolongada de la operación de carguío y transporte de Relave Filtrado,
 - v. Hemos dispuesto que el flujo de transporte de relave filtrado sea el “doble”, en capacidad, a la velocidad de producción de relave filtrado, razón por la cual no habría acumulación excesiva de relave en la loza.



- Hoy operamos una planta con mejores estándares de limpieza y cuidado del Medio Ambiente, respecto de lo cual, desde la fiscalización de la SMA, hemos realizado los siguientes cambios.
 - i. Dispusimos de transmisores de presión digitales y analógicos, en las baterías de hidrociclones, de manera tal que los operadores de molienda puedan visualizar permanentemente la presión de operación de los hidrociclones.
 - ii. Programamos los Lazos de Control, entre los sensores de nivel y los Variadores de Frecuencia de las bombas de transferencia, para evitar los rebalses de agua y pulpa, desde los estaques de las áreas de molienda, flotación y filtrado.
 - iii. Programamos el fundamental Lazo de Control, entre la Presión de alimentación a la batería de hidrociclones y la carga alimentada a los molinos, de manera de evitar el no deseado acordonamiento de hidrociclones.
 - iv. Reemplazamos los hidrociclones cilíndrico-cónicos, de 6" de diámetro, por hidrociclones cilíndricos de fondo plano de 10" de diámetro, de manera de erradicar las obstrucciones de boquillas y los acordonamientos.
 - v. Reemplazamos las bombas centrífugas, bajo molino, de 2"x3" con potencia de 11,5 kW, por bombas centrífugas de 3"x4" con potencia de 18,5 kW, de manera de evitar los atascamientos de los impulsores con carga gruesa y rebalses de los cajones de descarga de molinos.



- vi. Reemplazamos los chutes de transferencia de carga, desde el Domo hacia la correa de alimentación de los molinos, incrementando 20 veces el área de transferencia, de manera de minimizar las horas de operación de equipos móviles en el Domo (retroexcavadora), que aporten carga gruesa a los molinos, con los consiguientes acordonamientos de los hidrociclones.
- vii. Dispusimos de un circuito cerrado de televisión para monitorear las transferencias de carga, entre el harnero secundario y la cámara del chancador secundario, de manera de reaccionar oportunamente frente a una sobrecarga de la cámara del chancador secundario, evitando la generación de 'Rocas Fugitivas'.
- viii. Reemplazamos todas las líneas de HDPE del área de molienda por líneas de Acero Engomado, de manera de prolongar la vida de las líneas evitando el desgaste prematuro y proyección de pulpa a contenciones.
- ix. Hemos aumentado el slot de la malla del "Trash Screen", desde 3 milímetros a 5 milímetros, de manera de aumentar el área de transferencia de la pulpa proveniente de molienda hacia la flotación, evitando la acelerada obstrucción de la malla.
- x. Hemos implementado parrillas fijas sobre los cajones de descarga de cada molinos, con el propósito de separar las "Rocas Fugitivas", provenientes del área del chancado, para evitar obstrucciones de las líneas de transferencia y/o acordonamiento de hidrociclones.



- xi. Hemos rediseñado los revestimientos de los molinos, con un ángulo de ataque de 45°, de manera de aumentar la eficiencia de la molienda permitiendo minimizar la carga circulante y la exposición a los indeseados acordonamientos de hidrociclones.
- xii. Hemos habilitado Variadores de Frecuencia (VDF), en ambos molinos, con el propósito de ajustar la velocidad de rotación de los molinos, permitiendo aumentar la eficiencia de molienda, evitando el incremento de la carga circulante y el subsiguiente acordonamiento de hidrociclones
- xiii. Hemos incrementado el área de la loza de relave filtrado, desde 16x16 metros a 16x23 metros, de manera que durante el procedimiento de carguío de relave filtrado, el camión de transporte, se acuate en la extensión de la loza, y que la carga que pudiera caer desde el camión, sea contenida en esta área protegida.
- xiv. Hemos implementado barreras de hormigón, tipo New Jersey, en el perímetro de la loza de relave, adyacente al lomo de toro perimetral, de manera de confinar el área de operación, de los equipos de carguío y transporte, limitando el desplazamiento de los equipos solo al interior de la loza.
- xv. Hemos modificado el procedimiento de descargar la pulpa de flotación, directamente a la contención, por la opción de descargar la pulpa a los cajones de las bombas, de manera de transferir la pulpa a los estanques, aguas abajo, del área de flotación.