



## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 1 de 35

## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Ítem	Cargo	Firma
Revisado por	Unidad de Gestión de Riesgos Críticos del Negocio GSSO	
	Superintendencia Ingeniería de Minas	
	Dirección de Proyectos Agua Barro	
	Dirección de Geomecánica Divisional	
	Superintendencia Planificación Minero-metalúrgica	
	Superintendencia Gestión Producción	
	Dirección de Gestión de Calidad	
	Superintendencia Geología	
	Superintendencia Mantenimiento Mina	
	Superintendencia Transporte y Chancado	
	Superintendencia Servicios a la Minería	
	Superintendencia Mina Sur	
Aprobado por	Superintendencia de Mina Norte	
	Superintendencia Mina Central	
	Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional	
	Gerente de Gestión de Personas	
	Gerente Sustentabilidad y Asuntos Externos	
	Gerente Obras Mina	
	Gerente de Proyectos Mina	
	Gerente Alistamiento Operacional	
	Gerente de Mantenimiento Mina	
Validado por	Gerente de Recursos Mineros y Desarrollo	
	Gerente Mina	
Validado por	Gerente de Operaciones	



# PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 2 de 35

Preparado por	Nombre	Firma
	Alejandro Morales Navia	
	Kenji Basaure Matsumoto	
	Nelson Candia Rojas	
	Fabián Cárdenas Ibáñez	
	Eduardo Diez de Mier	
	Roberto González Lobos	
	Andrés Maureira Villega	
	César Salinas Parra	
	Andrés Rebolledo Garnica	



# PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 3 de 35

## INDICE.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	4
2. ALCANCE.....	4
3. DEFINICIONES.....	4
4. RESPONSABILIDADES .....	10
4.1 DE LAS PERSONAS .....	10
4.2 DE LA ORGANIZACIÓN .....	11
5. DESARROLLO DE ACTIVIDADES .....	18
5.1 Proceso de gestión del riesgo Agua-Barro Gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional.....	18
5.2 Proceso de Ingeniería, Desarrollo y Construcción de Proyectos (VP, GAO, GPRO y GOBM) .....	18
5.3 Proceso de Desarrollo e Innovación (Dirección de Innovación) .....	19
5.4 Proceso de Planificación Minero Metalúrgica (SPL).....	19
5.5 Proceso de Geología (SGL).....	19
5.6 Proceso de Gestión Territorial y medición de ACM (GSAE).....	19
5.7 Proceso de Dirección de Gestión de Calidad (DGC) .....	20
5.8 Proceso de Dirección Geomecánica Divisional (DGD).....	20
5.9 Proceso de Programación y Control de Producción (SGP).....	20
5.10 Proceso de Ingeniería Mina (SIM) .....	21
5.11 Proceso de Extracción y Traspaso de Mineral (SMC, SMN, SMS, STC).....	21
5.12 Proceso de Reclutamiento y Desarrollo (GGP).....	22
5.13 Proceso de Servicios a la Minería (SSM).....	23
5.14 Proceso de Mantenimiento Mina (SMM).....	23
5.15 Proceso de Dirección Proyectos Agua Barro (DPAB) .....	23
5.16 Proceso de funcionamiento de Comité de Riesgo Crítico de Bombeo .....	24
5.17 Proceso de comunicación, definición y clasificación de un evento agua-barro .....	24
6 REGISTROS Y REFERENCIAS .....	25
7 HISTORIAL DE ACTUALIZACIONES .....	26
8 ANEXOS .....	27
Anexo 1. Cuadro Normativo .....	27
Anexo 2. Línea Base de Curso de Capacitación, denominado “Buenas Prácticas de Extracción”, dictado por Control Producción Mina (CPM-SGP) .....	28
Anexo 3. Portal Gerencia Minas – Gestión Riesgo Crítico Bombeo .....	29
Anexo 4. Cuadro de Clasificación de los Eventos de Agua Barro .....	30
Anexo 5. Cuadro de Clasificación de los Eventos de Agua Barro .....	31
Anexo 6. Flujoograma de Comunicación de un Evento Agua Barro .....	32
Anexo 7. Flash de Reportabilidad Riesgo Crítico .....	33
Anexo 8. Clasificación de potencial in situ para la ocurrencia de eventos en polígonos agua-barro .....	34



## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 4 de 35

### 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

El objetivo de este documento es establecer las medidas de control necesarias para administrar los riesgos de accidentes graves o fatales al interior de la Mina Subterránea de la División El Teniente, producto de la ocurrencia de una descarga no controlada de agua-barro en sus procesos de extracción, traspaso y carguío.

A su vez dar cumplimiento a lo que establece el marco normativo legal<sup>1</sup>: DS 132 Reglamento de Seguridad Minera (Anexo 1), el Estándar de Control de Fatalidad N° 15, el Estándar de Control de Fatalidad N°20 y brindar lineamientos a procedimientos específicos de la División El Teniente, relacionados con actividades en zonas propensas de agua barro.

### 2. ALCANCE.

Este procedimiento considera acciones de control de riesgo que deben materializarse en cada proceso o actividad de la cadena de Gestión de Explotación Minera: Desarrollo de Proyectos, Planificación Minera, Programación de Producción (anual, mensual y diaria) y las Operaciones de Extracción, Traspaso y Carguío de Mineral.

### 3. DEFINICIONES.

#### 3.1. Bombeo de agua-barro:

Es la descarga inesperada que se produce en la zona de influencia de un área en extracción, a través de la infraestructura existente al interior de la mina subterránea, tales como, puntos de extracción<sup>2</sup>, piques de traspaso de mineral, chimeneas y labores. En este caso, el desplazamiento del barro cubre una superficie significativa de las labores involucradas (sobre la gradiente por distancias mayores a 20 m lineales de labor), interrumpiendo el proceso operacional, pudiendo ocasionar daño a la infraestructura y/o personas.

#### 3.2. Escurrimiento:

Deslizamiento de material barroso infiltrado desde los niveles superiores a través de la infraestructura existente como, puntos de extracción, piques de traspaso de mineral, chimeneas y labores. El desplazamiento de este material barroso se produce en forma lenta y acotada, no sobrepasando una distancia de 20 m lineales sobre la gradiente (1 m sobre el piso de la carpeta y/o galería) pudiendo o no, afectar la infraestructura del sector.

#### 3.3. Desplazamiento de material:

Desplazamiento de material del talud en el punto de extracción, o al interior de buzón de pique de traspaso, producto de la saturación por humedad o agua, el cual no involucra un movimiento relevante de la columna del mineral. El desplazamiento de este material puede o no proyectarse a la galería, sin sobrepasar 1 m sobre el piso de la carpeta y/o galería.

<sup>1</sup> Cuadro Normativo aplicable,

<sup>2</sup> Punto de extracción corresponde a la zona donde se genera movimiento de la columna de mineral, por la extracción o remoción de material.

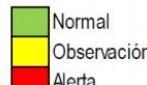
### 3.4. Evento en Polígonos de Extracción Agua/Barro:

Son aquellos eventos de Agua/Barro que ocurren en zonas, donde se está operando en actividades extractivas, sin exposición a las personas, con la existencia de protocolos especiales<sup>3</sup> para la operación. Los eventos ocurridos en estos polígonos se califican de acuerdo con sus dimensiones (Bombeo, Escurrimiento o Desplazamiento), con el atributo “esperado” dados los controles de mitigación del riesgo, en consideración de la inexistente exposición del personal o daño a infraestructura.

### 3.5. Matriz de Criticidad<sup>4</sup>:

Esta matriz tiene como objetivo apoyar la toma de decisiones de la extracción del mineral basada en dos parámetros; contenido de humedad cualitativo y posterior análisis de laboratorio y tamaño de grano del material ( $G \leq 25\text{cm}$ ), obtenida de información observada en terreno.

MATRIZ DE CRITICIDAD		G(x): Granulometría fina (menor a 25 cm)			
		$G(x) < 25\%$	$25\% \leq G(x) < 50\%$	$50\% \leq G(x) < 75\%$	$G(x) \geq 75\%$
Humedad cualitativa	H0: Seco				
	H1: Levemente húmedo				
	H2: Húmedo				
	H3: Barro incipiente				
	H4: Barro				
	A: Agua				



	Normal
	Observación
	Alerta

Leyenda		Comentario
	Normal	Humedad y granulometría favorable para la continuidad operacional.
	Observación	Observación de la evolución de humedad y granulometría.
	Alerta	Alerta por la condición de humedad y granulometría.

**Alerta:** Condición de granulometría y humedad de acuerdo con matriz de criticidad que amerita la observación del punto de quién realiza la extracción, esta condición implica que en el punto la extracción puede ser detenida en forma inmediata tanto por operadores LHD, supervisión a cargo de la extracción, analistas de control producción, supervisión de control producción.

**Observación:** Condición de granulometría y humedad de acuerdo con matriz de criticidad en la cual se observa la evolución de la granulometría y humedad cualitativa en forma periódica.

De reconocer un punto de extracción en ALERTA, se debe considerar la matriz de criticidad actualizada como una referencia, la cual debe ser respaldada además con inspección a terreno por personal técnico, muestreo por humedad cuantitativa (laboratorio), utilización de prueba de cono de Abrams (opcionalmente), análisis de porcentaje de extracción y/o interacción del punto de extracción con sectores abandonados que tengan un historial de presencia de humedad y porcentaje de material quebrado, para ser abandonados definitivamente en estado agua-barro.

<sup>3</sup> Protocolos especiales: GRMD-DPAB-NI-003-2022 Reglas de Planificación y Control para Polígono de Barro B-1 Esmeralda V02 y GRMD-DPAB-INF-002 Cambio en la Metodología De Aislación En Polígono De Barro F3 Diablo Regimiento

<sup>4</sup> GRMD-SGP-I-027-2016. “Actualización de metodología para clasificación de humedad cualitativa en puntos de extracción y actualización de matriz de criticidad para la mejor toma de decisiones”

### **3.6. Zona Potencial de Riesgo Inherente de Ingreso Barro:**

Zona o área al interior de la mina (nivel de producción,) donde existe mayor presencia de factores que favorezcan la presencia de barro, de las cuales las variables principales que inciden en el ingreso de agua-barro, entre ellas:

- Existencia de depresiones en la cavidad donde confluyen los flujos que favorecen la acumulación de agua y/o nieve, principalmente el canalón, depresiones topográficas (planicies) y en conos de extracción (sink hole).
- Estas características morfológicas tendrán mayor probabilidad de acumular nieve y barro, la cual podrá infiltrarse hacia los sectores productivos ubicados en cotas inferiores.

Las zonas vulnerables están identificadas en el “Informe de Hidrogeología y Potencial Riesgo Inherente de Ingreso Agua-Barro a Mina El Teniente”, emitido anualmente por Superintendencia Geología.

### **3.7. Clasificación del potencial in situ para la ocurrencia de eventos.**

Los eventos de agua y barro, en particular “bombeos” y “escurrimientos” no ocurren únicamente debido a la presencia de humedad y de mineral fino, menor a los 25 cm. Existen características específicas que hacen que el mineral sea más propenso a experimentar este tipo de fenómenos, en particular, el mineral debe presentar un comportamiento plástico o fluido. Si tiene características de flujo granular, no es factible que se presente un evento de esta naturaleza (GRMD-INF-003-2019, “Análisis y metodologías para la planificación, control y extracción segura de reservas de mineral en zonas de ingreso agua-barro”).

Para brindar una clasificación específica e inmediata que indique la predisposición de un mineral a sufrir un evento de este tipo, se ha desarrollado una metodología que identifica directamente el tipo de flujo del mineral, la presencia de colgaduras y agua fluyendo, así como otras características previas, como el comportamiento plástico, reconocido en ocasiones anteriores o hechos pasados en el mismo punto.

Es importante resaltar que la predisposición del mineral a tener un evento no significa precisamente que lo experimentará, pero sí que reúne las condiciones físicas necesarias para que potencialmente ocurra ante una perturbación que lo desencadene. Por ende, es un sistema de clasificación que no permite predecir el comportamiento en el punto, posterior a la extracción de muestras con las que se obtiene la caracterización, ni tampoco ante cambios en el caudal del agua de infiltración por la zanja. La metodología y definiciones específicas para utilizar la clasificación se incluyen en el anexo 7.

Clasificación de potencial in situ		Mineral grueso (<75% inferior a 25cm)		Mineral fino (>75% inferior a 25cm) o desconocido			
<b>No abocado</b>	Grueso	Evento anterior <sup>(1)</sup>	Sin evento anterior				
			Flujo de agua	Comp. Flujo plástico anterior <sup>(2)</sup>	Comp. Flujo plástico anterior <sup>(2)</sup>	Sin comp. Flujo plástico anterior <sup>(2)</sup>	Sin flujo agua
<b>Abocado</b>	Comp. Plástico	Sin comp. Plástico	Comp. Flujo granular	Sin Comp. Flujo granular			
				Comp. Flujo plástico	Sin flujo de agua	Detenido ≥ 3 días	Sin comp. Plástico
					Flujo de agua	Eventos anteriores <sup>(1)</sup>	Sin detención ≥ 3 d
							Sin evento anterior <sup>(1)</sup>

Leyenda	Definición
Bajo potencial in situ	Mineral observado no presenta características necesarias para presentar eventos de bombeo o escorrimiento de barro.
Alto potencial in situ	Mineral observado presenta características que, junto cierto tipo de perturbación relevante como la extracción con LHD, descolgadura o aumento súbito de nivel de saturación, podrían generar eventos de bombeo o escorrimiento de barro.

<sup>(1)</sup>: Se considera eventos ocurridos hasta un año atrás o bien, hasta extraído 5kt luego del último evento (lo primero que ocurra).

<sup>(2)</sup>: Se considera condición observada en los últimos dos levantamientos en terreno o bien, hasta extraído 1kt (lo primero que ocurra).

### 3.8. Metodologías Estadísticas para la Estimación del Riesgo de Eventos de Agua y Barro.

Los datos recopilados correspondientes al monitoreo de condiciones permiten diseñar herramientas de análisis estadístico para predecir, mediante el modelamiento probabilístico, la ocurrencia de eventos. Entre las variables que pueden ser monitoreadas y posteriormente analizadas se incluye:

- Topografía del cráter.
- Monitoreo de humedad cualitativa y cuantitativa en puntos de extracción.
- Precipitaciones históricas medidas en estaciones cercanas al cráter.
- Litología.
- Granulometría en puntos de extracción.
- Historial de eventos.
- Datos e indicadores relacionados a la extracción, como velocidad, uniformidad y otros.

Para la mina subterránea de El Teniente, se ha utilizado la herramienta de regresión logística multivariable, calibrada mediante metodología Machine Learning, para modelar y estimar el riesgo de eventos en puntos de extracción del nivel de producción (Contrato 4600020920 - Informe 4: "Modelamiento del barro en largo y corto plazo en División El Teniente").

La combinación de un monitoreo adecuado y sistematizado de las condiciones, junto con el uso de metodologías como la mencionada en el párrafo anterior, permite contar con una estimación actualizada y automatizada de la probabilidad de eventos. Esto es especialmente útil en sectores en donde el mineral es inherentemente fino y húmedo, por lo que la sola evaluación de dichas variables no indica necesariamente una alta

probabilidad de ocurrencia de eventos. La imagen a continuación muestra un ejemplo de los resultados que arroja esta metodología utilizada, en este caso particular, en el software BCRISK. Los resultados con riesgo alto o medio pueden ser utilizados como antecedente para utilizar controles específicos, como limitar, abandonar, aislar, automatizar, drenar sectores, según sea definido por cada área de acuerdo con sus responsabilidades.



### 3.9. Estados Operacionales

Clasificación administrativa de los puntos de extracción que la Superintendencia Gestión Producción (SGP) define, los que deben ser usados en la base de datos oficial CPM y visualizadores. SGP define los estados operacionales, código que los representa (nomenclatura y código de color), y reglas de extracción que se les aplica. Actualmente son 17 estados operacionales que clasifican el área productiva en área abierta (disponible y no disponible) y cerrada (futura y abandonada), conforme a lo establecido en el documento GRMD-SGP-M-001/2007.

### 3.10. Estado Operacional Agua/Barro de un Punto de Extracción:

Estado operacional, clasificado como “área cerrada” identificada por la letra “B”. Se caracteriza por presentar material con alta humedad y dominio de granulometría fina. Debido a estas características, presenta un alto riesgo de que ocurra un evento agua/barro.

### 3.11. Canalización de Flujos Intermedios:

Corresponde a la conducción de flujos de infiltración de agua por excavaciones antiguas (chimeneas, piques, galerías, circuitos de conducción de drenaje) de minas explotadas con antelación.

### 3.12. Trancadura:

Corresponde a la detención o pérdida de continuidad del flujo de material en el interior de un pique o chimenea de traspaso (labores verticales).



## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 9 de 35

### 3.13. Colgadura

Corresponde a la detención del flujo de material al interior de un punto de extracción, debido a la formación de un arco estable de material<sup>5</sup>.

### 3.14. Descolgadura:

Actividades que se realizan en el punto de extracción para restablecer el flujo de mineral.

### 3.15. Estado Limitado:

Punto de extracción el cual se restringe su tonelaje máximo a extraer por un periodo determinado de tiempo, la restricción puede ser por:

- Granulometría-Humedad: condición de granulometría humedad la cual amerite la restricción de tonelaje a extraer de acuerdo con lo indicado por la Matriz de Criticidad.
- Dilución: presencia de dilución en el punto tal que amerite la restricción de tonelaje a extraer para evitar una mayor contaminación de este o del clúster.
- Altura extraída: condición en la cual la altura extraída del punto interaccione o este cercana a niveles superiores con presencia de barro histórico, para este caso cobra relevancia la presencia de materiales en el talud del punto tal como conglomerado de cavidad.
- Estrategias de control de humedad: condición de puntos a extraer tal que se requiera limitarlos por alguna estrategia de control de humedad, tales como puntos colindantes a sectores con barro, alta humedad o contención de la humedad privilegiando el drenaje por puntos limitados específicos.

### 3.16. Estado “Extracción Telecomandada”:

Puntos de extracción en los que la actividad de extracción de mineral se efectúa con equipos telecomandados de manera exclusiva.

<sup>5</sup> Definición según GMIN-GRL-P-021

## 4. RESPONSABILIDADES.

### 4.1 DE LAS PERSONAS.

a) Presentar aptitudes técnicas, físicas y psicológicas adecuadas.

- Todo trabajador que considere o estime que sus aptitudes técnicas, físicas o psicológicas estén disminuidas, deberá informar de esto a su supervisor directo, de manera inmediata y antes de realizar cualquier tipo de trabajo, a objeto de ser reasignado a otras tareas o derivado a un centro de atención médica según corresponda.
- Toda persona que ejecute trabajos o transite en zonas con riesgo de ocurrencia de eventos agua/barro, deberá recibir antes de ingresar por primera vez a trabajar, la siguiente capacitación<sup>6</sup> según corresponda:

- Operadores de extracción, Reducción Secundaria y Supervisión de primera línea: "Buenas Prácticas de Extracción"<sup>7</sup> (Anexo 2), dictado por la Unidad de Planificación y Control Producción Mina.
- Otros (personal de servicio, mantenedores, muestreros, etc): "Conocimientos generales para el control de riesgo eventos agua/barro" coordinado por GGP.

b) **Para operadores LHD** se debe dar a conocer las zonas de su área de trabajo afectadas por riesgo de evento agua-barro. Para lo anterior, la unidad respectiva deberá realizar una charla y/o difusión mensual con respecto del estado de los puntos según Programa de Producción Mensual (PPM) que se define mes a mes y dejar registro de esta actividad, reforzando los siguientes aspectos:

- Zona de riesgo de ingreso agua-barro.
- Condición de humedad de puntos de extracción.
- Estrategia de Humedad.

c) Cada trabajador previo al ingreso a un área o zona con mineral, en estados de observación y alerta (según matriz de criticidad), debe solicitar autorización de entrada al Supervisor responsable del área (jefe de proceso o jefe de turno a cargo del proceso) dejando registro de su ingreso, e informándose de las zonas calificadas con riesgo de evento agua-barro y las medidas de control.

d) De igual manera, el personal asociado a las actividades de reducción secundaria, traspaso y carguío de mineral húmedo, deberá conocer el presente procedimiento y las medidas de control asociadas.

e) Toda actividad de extracción de mineral en puntos de extracción declarados en Estado Extracción Telecomandada (N) en zonas de Agua/Barro, debe ser realizada por personal capacitado y entrenado para esta actividad, mediante sistema LHD telecomandado, autónomo o cualquier tecnología que permita operar a distancia sin tener exposición a las personas.

f) Toda actividad de traspaso de mineral debe ser realizada mediante buzones autónomos/semitautónomos y/o telecomandados y/o operados a distancia; además, el operador debe contar con instrucción que lo acredite como tal para realizar la actividad, de acuerdo a los procedimientos específicos de cada unidad. En caso de carguío local, el supervisor responsable (Jefe de Proceso de Carguío o Jefe de Turno del sector) deberá evaluar los riesgos (mediante evaluación de terreno) y las medidas de control para decidir

<sup>6</sup> Capacitación de acuerdo a funciones y responsabilidades.

<sup>7</sup> Curso "Buenas Prácticas de Extracción" tendrá una duración de 4 años, exceptuando que se deba reinstruir al personal ante actualizaciones relevantes al presente procedimiento.

si procede esta alternativa, dejando registro escrito de la autorización (libro de novedades) que permita realizar esta actividad de forma local.

- g) Toda labor de captura de información, relacionada al muestreo para determinar calidad del mineral, en zonas de extracción de barro, se debe realizar eliminando la exposición de las personas. Para ello, el muestreo se debe efectuar en un lugar específico y seguro, acordado en conjunto por las áreas involucradas, el cual debe situarse lejos de la zona de riesgo de eventos agua-barro.

#### **4.2 DE LA ORGANIZACIÓN.**

**a) Gerencia de Operaciones:**

- Autorizar las actividades para la extracción de mineral en zonas discontinuadas y/o cerradas por agua-barro (puntos de extracción y/o piques de traspaso).

**b) Gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional:**

- A través de su Unidad de Gestión de Riesgos Críticos del Negocio, será el garante de controlar el cumplimiento de acuerdos, medidas a implementar y asegurar funcionamiento del Comité Riesgo Bombeo Agua-Barro.
- Integrar en el “Procedimiento de Preparación y Respuesta ante Emergencia” el riesgo de agua/barro (incluidas en el listado de eventos de alto impacto SIGO-F-002)
- Controlar el riesgo de bombeo agua-barro, con roles y funciones definidas, entre ellas, auditar, controlar y asesorar.
- Verificar el cumplimiento de las acciones establecidas para el control de las zonas con riesgo de bombeo agua-barro (estrategia de extracción, programación, capacitación, acciones operacionales y documentos específicos, por ejemplo, el Procedimiento para Programación Mensual y Control de Zonas de Humedad) y en caso de encontrar desviaciones generar alertas pertinentes. Para el cumplimiento anterior, dicha Unidad debe emitir el correspondiente informe/memorandum que incluye la lista de verificación del estándar.
- Verificar el cumplimiento establecido en los procedimientos y marco legal aplicable en las etapas de proyectos, planificación y operación minera.
- Controlar el cumplimiento de los compromisos de sesiones de **Comité de Gestión de Riesgo Crítico Bombeo**, que las acciones correctivas de los eventos investigados se verifiquen a través del mismo Comité.

**c) Gerencia de Proyectos Mina, Gerencia Obras Mina, Gerencia de Alistamiento Operacional (Cartera de Proyectos Teniente VP):**

- Incorporar en las fases tempranas de los proyectos, las medidas de control y mitigación para evitar o desviar el ingreso de agua hacia la cavidad, proveniente de niveles intermedios superiores, explotados con antelación (Cumplimiento artículos 96 y 97, DS 132). Lo que deberá cumplirse con la ejecución de las obras de saneamiento hidráulico correspondientes.
- Incorporar la evaluación de riesgos de bombeo agua-barro y sus medidas de control en las fases tempranas de la elaboración de proyectos o ingenierías (por ejemplo; o zonas

de potencial riesgo de ingreso de agua-barro de acuerdo con informe anual de hidrogeología<sup>8</sup>).

- Se debe considerar siempre la realización de testeo en frentes de desarrollos que se conecten a cavidades y/o labores antiguas, para identificar potenciales zonas inundadas.
- Todos los proyectos mineros deben considerar o contar con análisis de la información histórica relacionada a condición de humedad o flujos de agua subterránea que pueda afectar la futura explotación (tiros de drenaje, labores antiguas, etc).

**d) Gerencia de Sustentabilidad y Asuntos Externos:**

- Programar y realizar al menos 6 vuelos anuales a la cavidad (aerofotogramétrica u otro), para obtener información actualizada de la superficie de la cavidad (fotomosaico y planos), proporcionando los análisis correspondientes, que deben incluir:
  - Identificando sectores con depresiones topográficas
  - Redes de drenaje superficiales.
  - Evolución de singularidades, tales como, conos de extracción, planicies, escorrentías, puntos de acumulación de agua o nieve, entre otros.
  - Diferencias volumétricas del cráter.
  - Geometría de la cavidad, tales como cuencas y subcuencas.
- Verificar y validar la información generada por vuelos a la cavidad (aerofotogramétrica u otro) con los clientes correspondientes.
- Asegurar la difusión y la disponibilidad de la información generada.
- Asegurar medición de la calidad de las Aguas de Contacto Mina (ACM), conforme a las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) aplicables, a fin de caracterizar origen de los flujos de infiltración.

**e) Gerencia de Gestión de Personas:**

- Gestionar y formalizar la correcta ejecución del programa de capacitación relacionado a la temática de eventos de agua-barro, tanto en fechas, participantes, recursos físicos (salas, material audiovisual y otros).
- Mantener una base de datos actualizada y formal del registro de participantes con su respectiva evaluación.
- Enviar trimestralmente al Comité de Gestión de Riesgo Crítico Bombeo, la información correspondiente, relacionadas con las capacitaciones de dicho riesgo.

**f) Gerencia de Recursos Mineros y Desarrollo:**

- Proporcionar los requerimientos organizacionales asociados a la gestión técnica del negocio Agua/Barro.

<sup>8</sup> Informe de Hidrogeología y Potencial Riesgo Inherente de Ingreso Agua-Barro a Mina El Teniente, emitido anualmente por la Superintendencia Geología.

**g) Superintendencia de Planificación Minero Metalúrgica (SPL):**

- Asegurar que se incorpore en etapas tempranas de ingeniería, el riesgo de eventos de agua/barro, presentando al Comité de Gestión de Riesgo Crítico Bombeo las materias correspondientes.
- Asegurar que el plan minero y/o proyectos contengan desde su concepción, criterios de planificación de carácter hidrogeológicos y técnicos, que garanticen un nivel de riesgo conocido y aceptado para la extracción en zonas con presencia de humedad.
- Establecer reglas y criterios de extracción que minimicen la ocurrencia de eventos de Agua-Barro.
- Asegurar la incorporación en los planes de preparación minera las obras asociadas a la mitigación de infiltraciones a la cavidad, tanto en niveles superiores, intermedios, como aquellas para drenar los sectores productivos, una vez ocurrida la infiltración, entre ellas cunetas, tiros de drenajes, muros de contención y “obras de arte” correspondiente).
- Proporcionar la información recopilada a partir de los vuelos Dron que se realizan en el proceso de Planificación Mina Rajo.

**h) Superintendencia Gestión Producción (SGP):**

- Mantener actualizada la información que indica la condición de los puntos de extracción, en área abierta, de acuerdo con el procedimiento GRMD-SGP-P-016.
- Planificar la extracción de los puntos definidos en la estrategia de control de humedad, según lo acordado con las áreas operativas, exceptuando programación en puntos de extracción en polígonos Agua/Barro.
- Realizar al menos un levantamiento semanal, en área abierta, a excepción de Polígonos de Agua/Barro y zonas de extracción con equipos Teleoperados, de información en terreno que permita tener datos de la caracterización del mineral en el punto de extracción (granulometría y humedad), de acuerdo con lo definido en el Instructivo GRMD-SGP-I-027.
- En caso de identificar un punto de extracción con humedad en progreso, deberá actuar de acuerdo con el procedimiento GRMD-SGP-P-016.
- Definir en conjunto con operaciones mina, estrategias especiales de extracción, para mitigar la expansión de agua-barro en zonas de interés productivo y/o zonas de riesgo, según la matriz de criticidad. La operatividad de los criterios y estrategias deben ser concordadas con la Unidad Productiva (GMIN) correspondiente.
- Controlar que los puntos de extracción vecinos a un punto en estado de barro (B), se encuentren en estado limitados (L) en la base de datos CPM. Asegurar que los estados operacionales se encuentren actualizados en la base de datos.
- Disponer de profesional de geología, para que apoye a las diferentes áreas con estudios y/o análisis técnicos que contengan recomendaciones para mitigar el riesgo de bombeo agua/barro.
- Validar los resultados de humedad entregados por laboratorio (DGC) mediante comparación con información recopilada en terreno. En caso de tener diferencia (relevante), será el geólogo de control producción el encargado de indicar que el valor obtenido por laboratorio se debe eliminar y entregar nueva muestra para el análisis.
- Cautelar el cumplimiento de los parámetros de planificación de corto plazo vigentes en programa de producción mensual, durante la operación de extracción de mineral.
- Realizar y emitir ficha de caracterización macroscópica de muestras de eventos agua/barro a excepción de Polígonos de Agua/Barro.



## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 14 de 35

- Registrar en bases de datos información geo-minera de puntos de extracción, previo al cierre del punto.

**i) Dirección de Proyectos Agua/Barro:**

- Contemplar en sus estudios la correcta ejecución de etapas respecto del desarrollo de proyectos de extracción en zona que presenten riesgo asociado a eventos de agua/barro.
- Gestionar la necesidad de tecnologías y/o metodologías que permitan garantizar la continuidad operacional de zonas con riesgo de eventos agua-barro.
- Gestionar los estudios técnicos y nuevos conocimientos relacionados a la fenomenología de agua-barro.
- Establecer lineamientos para la planificación y control de polígonos Agua/Barro.
- Gestionar las autorizaciones y difusiones correspondientes para reabrir sectores en Estado Operacional Agua/Barro.

**j) Dirección Gestión de Calidad (DGC):**

- Analizar oportunamente las muestras entregadas por la Unidad de Planificación y Control Producción Mina SGP, para determinar la humedad de acuerdo con procedimiento específico vigente. Dando prioridad según lo indique la SGP.
- Entregar información a SGP para que esta valide el valor indicado de la muestra de humedad.
- Disponer de capacidad de secado y pesaje de muestras de acuerdo con las necesidades de muestreo por humedad.

**k) Superintendencia Geología (SGL):**

- Disponer de profesional geólogo para realizar estudios hidrogeológicos que apoyen a las áreas de planificación de mediano y largo plazo, operaciones, proyectos, seguridad.
- Realizar análisis químicos y mineralógicos a muestras de eventos agua barro.
- Contrastar los resultados de los análisis macro y microscópicos.
- Emitir plano anual interpretación de condición de infiltración de agua del nivel de hundimiento de los sectores en explotación.

**l) Dirección de Geomecánica Divisional (DGD):**

- Disponer de especialista geomecánico que realice evaluaciones semestrales de manifestaciones en superficie (borde cráter) y de subsidencias en interior mina, especialmente en aquellas zonas donde existan labores ubicadas sobre sectores productivos activos.
- Coordinar con Operaciones, Geología, Gestión Producción, Dirección de Proyectos Agua/Barro e Ingeniería de Minas la ejecución de las inspecciones de subsidencia a fin de identificar en conjunto cursos de agua, escorrentías y singularidades que pudieran generar potenciales eventos de agua barro.

**m) Superintendencia Ingeniería Mina (SIM):**

- Coordinar y realizar vuelos de inspección a la cavidad (helicóptero, dron u otro), según se requiera.
- Contar con información de los caudales que se conducen por los sistemas de drenaje principales (Adit 71, 72, La Junta, Portal Sapos, Línea ACM a Planta SX)
- Emitir información de la condición de los sistemas de drenaje de la mina (sectores superiores con acceso, niveles operativos y subniveles) informando semestralmente a las áreas operativas, las condiciones generales de operatividad de sus sistemas de drenaje.
- Disponer de una herramienta de control que permita un monitoreo en línea de la gestión de extracción, carguío y transporte de mineral (VIMO, PGOM, Sistemas Automáticos de Ingreso de Baldadas, entre otros).
- Mantener reportabilidad adecuada de los indicadores de extracción definidos.
- Verificar y asegurar la operatividad de los sistemas de Control Producción en los equipos utilizados para la extracción y acarreo de mineral.
- Definir los puntos de aforo (PAF) para la medición de flujos o caudales de aguas de contacto mina (ACM) por sector productivo, lo que deben estar identificados en planos de los circuitos de conducción de ACM.
- Disponer de información actualizada de la medición de caudales de los puntos de aforo, balance hídrico en sitio de riesgo crítico, correspondiente.
- Asegurar comunicación Wi-Fi para la operatividad del sistema automático de control Producción.
- La Unidad de Automatización y Sistemas de la SIM, debe asegurar el funcionamiento de los sistemas de extracción semiautónoma para la extracción en polígonos Agua/Barro

**n) Superintendencias de Operaciones Mina (Mina Norte, Mina Central, Mina Sur):**

- Definir programas diarios de extracción (CARTIR) que consideren estrategias especiales para zonas vulnerables al riesgo de bombeo agua/barro y asegurar la carga del CARTIR al CPM.
- Implementar y cumplir estrategias de extracción definidas en conjunto con la SGP, para el control de zonas vulnerables de ingreso de agua-barro definidas en los planes de corto y mediano plazo (CARTIR, PPM y PAM).
- Asegurar junto con el área de Control Producción SGP, que los puntos de extracción vecinos a un punto de extracción en estado de barro (B), se encuentren en estado limitados (L) en la base de datos CPM.
- Verificar que el punto de extracción en estado Barro (B), Limitado (L) y Telecomando (N), se encuentre en condición de abocado. Si no se cumple la condición anterior, se debe colocar colpas o pretil de seguridad adecuados para mitigar posible evento de agua-barro.
- Asegurar que el personal de operaciones (extracción, reducción secundaria), al inicio de sus actividades verifique el estado de las calles y de los puntos de extracción de acuerdo a su programa de trabajo (CARTIR) y cualquier desviación deberá ser informada a la brevedad al Jefe de Turno encargado de la extracción, para que se adopten las medidas de control correspondientes.
- El Jefe de Unidad debe verificar y asegurar el funcionamiento de los sistemas de drenajes que incluya los niveles superiores e inferiores con la finalidad de gestionar vulnerabilidades de ingreso de agua a sectores productivos.
- El Jefe de Proceso de Extracción, debe realizar inspecciones de los puntos de extracción en las zonas vulnerables declaradas con riesgo de agua/barro.



## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 16 de 35

- En caso de identificar algún cambio relevante en la condición del punto (aumento de humedad cualitativa, ingreso de granulometría fina y humedad, ingreso y/o aumento de conglomerado de cavidad) tomar acciones inmediatas para minimizar la exposición al riesgo cumpliendo con los siguientes pasos:
  - 1 Detener la extracción en el punto.
  - 2 Informar a la entidad relacionada SGP (Unidad de Planificación y Control Producción Mina) y asegurar que estos cambios sean comunicados al interior de la organización.
  - 3 Realizar inspección en conjunto con SGP para evaluar condición final del punto o estrategia a seguir.
- En los sectores de traspaso y acarreo de material, la operación debe verificar e informar cambios en la condición de los sistemas de traspaso y carguío (piques, buzones, plate feeder y otros), identificando si existe presencia de material de humedad relevante, flujos de infiltración de aguas evidenciables o presencia de barro. En estos sectores en la etapa de abandono de piques y chimeneas, se deberá dar cumplimiento al ECF N°20 en su punto C6, a fin de resguardar que potenciales flujos no se canalicen hacia estos.
- En caso de identificar algún cambio desfavorable en la condición humedad del pique, se deben adoptar acciones inmediatas para minimizar la exposición al riesgo tales como; detener la operación, confinar e informar al nivel extracción correspondiente, evaluar en conjunto con el área productiva las medidas de control que permitan retomar la operación del sistema de traspaso en forma segura, lo anterior de acuerdo a procedimientos específicos de la operación y asegurar que estos cambios sean comunicados al interior de la organización. En caso de ser requerido podrá solicitar al área de Control Producción Mina un muestreo de humedad.
- Asegurar que los piques de traspaso y buzones con presencia de agua-barro posean una estrategia de operación segura (tele-operado, telecomandado).
- En situaciones especiales como trancadura de piques, colgaduras de puntos de extracción u otros deben considerar estrategia que administre el riesgo de las personas de acuerdo con los instructivos específicos definidos por cada área<sup>9</sup>.
- Donde exista riesgo de una descarga no controlada de agua-barro, se deberá aislar y/o confinar los sectores de extracción, traspaso, ventilación o acarreo de mineral.
- Contar con instructivos de emergencia específicos de cada área para la respuesta ante eventos de agua-barro.
- Contar con instructivos específicos operacionales de cada área, para los procesos extracción, reducción secundaria, traspaso y carguío en zonas con riesgo de agua-barro, tanto para la operación con operador a bordo como para zonas operadas a distancia.
- En polígonos agua/barro, operaciones debe cautelar la correcta ejecución de los protocolos de control definidos por la Dirección de Proyectos Agua/Barro.

<sup>9</sup> En particular, la descolgadura de zanjas y piques con humedad deberán contar con un instructivo específico de trabajo.



## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 17 de 35

**n) Superintendencia Servicios a la Minería (SSM):**

- Brindar servicio a las áreas operativas, a fin de mantener las condiciones de operatividad de los sistemas de drenajes.
- Brindar servicio de medición de flujos de drenaje en los puntos de aforo determinados para cada sector productivo, a objeto de disponer de información para analizar el origen de las infiltraciones a las cavidades. Disponer de esta información mensualmente con SIM.
- Asegurar comunicación radial en zonas de riesgo agua-barro.

**ñ) Superintendencia Mantenimiento Mina (SMM):**

- Cumplir con los programas de mantenimiento preventivo (plan matriz) de los equipos que cuenten con sistema de operación remota (LHD, martillos y buzones).
- Ante la necesidad de retiro de un equipo, ya sea por falla electromecánica o por siniestro ocurrido por eventos de Agua/Barro, mantenimiento deberá contar con los instructivos específicos para la tarea junto con disponer del equipamiento y herramientas necesarias para dicha actividad.
- Verificar y asegurar la operatividad de los sistemas de automatización, entre ellos, cámaras, operación de martillos, buzones, entre otros.

**o) Superintendencia Transporte y Chancado (STC):**

- Realizar levantamiento de la condición de humedad en los piques y buzones de carguío (elaboración de plano de riesgo).
- Contar con instructivos específico relacionados con las actividades de transporte en zonas de riesgo agua-barro.
- Verificar que los piques de traspaso y buzones con presencia de agua-barro posean una estrategia de operación segura (tele-operado, telecomandado).
- Detener toda actividad y/o actuar de acuerdo con procedimientos específicos de la operación, en caso de eventos agua-barro que afecten piques principales. Esta información debe ser comunicada al interior de la organización.
- Considerar estrategia especial de administración del riesgo para situaciones especiales (trancadura de piques o buzones) tales como, el instructivo “Tratamiento de Piques con Agua-Barro y Potencial de Bombeo”, GMIN-STCT8-I-008.

**p) Comité de Gestión de Riesgo Crítico Bombeo<sup>10</sup>:**

- Liderar y transversalizar lineamientos estratégicos en la organización para administrar el riesgo de ingreso de agua-barro que puedan afectar a personas, equipos y la continuidad operacional.
- Liderar las investigaciones de eventos relevantes, calificando tipo de evento, su potencialidad y compartiendo los aprendizajes correspondientes con la organización.
- Sesional mensualmente para revisar novedades en materia del riesgo agua barro, cumplimientos de parámetros de extracción, aprendizajes de eventos relevantes, lineamientos de este procedimiento y revisión de compromisos, con la participación de:
  - Representante de cada Unidad Operativa (GMIN)
  - Representantes GRMD: SGP, SGL y DPAB.
  - Representante GSSO: UGRC
  - Representante SIM-Hidráulica Mina, Medio Ambiente y Territorio.
  - Representante SIM-Automatización, Tecnologías y Sistemas.
  - Líder del Comité (SIM).

<sup>10</sup> Conformado por profesionales de las gerencias GRMD, GSSO y GMIN.

## **5. DESARROLLO DE ACTIVIDADES.**

### **5.1 Proceso de gestión del riesgo Agua-Barro Gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional.**

- Disponer de una organización interna que fiscalice, controle y asesore para mitigar el riesgo de eventos agua-barro.
- Asesorar al área operativa en la confección y actualización de procedimientos, planes de emergencia divisional, protocolo de comunicaciones, vías de evacuación, señalética, equipos de emergencia, roles y responsabilidades, programa de simulacros, capacitación y entrenamiento para actuar en caso de emergencia, contar con brigada local de rescate (Brigada Rescate Mina), con especialización en labores post bombeo.
- Verificar, de manera periódica, el cumplimiento de las acciones correctivas (investigaciones, hallazgos) para el control de las zonas con riesgo de bombeo (estrategia de extracción, capacitación, procedimientos y marco legal asociado).
- Asegurar revisión anual del procedimiento SGC-GRL-P-047, a través del Comité de Gestión de Riesgo Crítico Bombeo. En casos particulares y cuando los aprendizajes o lecciones recogidas ameriten incorporar cambios, se podrá efectuar una actualización excepcional.

### **5.2 Proceso de Ingeniería, Desarrollo y Construcción de Proyectos (VP, GAO, GPPM, GPRO y GOBM).**

- Considerar en las etapas tempranas de ingeniería, un análisis de riesgo que identifique y mitigue la ocurrencia de eventos agua-barro, dando cumplimiento a la normativa vigente, en lo específico a los artículos N°96 y 97 del DS 132 Reglamento de Seguridad Minera.
- Incluir macro estrategia de explotación, concordado con SPL, evaluando la condición de la cavidad asociada a evolución de los sectores productivos actuales y futuros.
- El diseño de los sistemas de drenaje, en su concepción, deben incluir obras de captaciones en superficie como en niveles productivos intermedios que permitan captar y conducir agua de drenajes evitando la infiltración por cavidades y/o sistemas productivos. Por lo tanto, se deberá presentar proyectos de explotación subterránea con obras de saneamiento hidráulico y medidas de control del riesgo de bombeo al Comité Gestión Riesgo Crítico Bombeo.
- Someter los proyectos a revisiones técnicas por especialistas representantes del dueño (hidrología, hidrogeología, hidráulica, otros) durante y entre sus etapas de implementación y/o construcción, de manera de asegurar que se aborde con la mejor aproximación técnica, la mitigación, el saneamiento hidráulico y gestión del riesgo de bombeo, en su fase de diseño y construcción.
- Considerar la caracterización hidrogeológica que permita determinar el riesgo potencial de eventos agua-barro a que estará expuesto el proyecto, definiendo e implementando tempranamente las medidas de mitigación y control.
- Incluir en los diseños y en la ejecución de las obras de proyectos mineros, el estricto cumplimiento al Estándar de Control de Fatalidades (ECF) N°20, a fin de evitar la conducción de flujos de infiltración por chimeneas, piques y otras excavaciones mineras, hacia niveles inferiores.
- Proporcionar la totalidad de la información de estudios referentes al riesgo de agua-barro a las etapas de ingeniería posteriores.

### **5.3 Proceso de Desarrollo e Innovación (Dirección de Innovación)**

- Gestionar el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías en conjunto con las áreas investigativas y operacionales, definiendo objetivos y metas de seguimiento.
- Apoyar a las áreas operativas en la implementación de tecnologías para la explotación de zonas en riesgo de Agua/Barro.

### **5.4 Proceso de Planificación Minero Metalúrgica (SPL).**

- Incorporar en proceso de selección de reservas el mapa de riesgo. Los planes mineros deberán tener un tratamiento especial (estrategia y criterios de extracción) en las zonas declaradas alta y muy alta probabilidad de ingreso de agua-barro.
- Elaborar macro estrategias de explotación, a fin de evaluar la evolución de la condición de la cavidad ante la incorporación de sectores productivos actuales y futuros, considerando las infiltraciones.
- Difundir y evaluar anualmente reglas de extracción para el control de agua/barro.
- Las obras diseñadas e incorporadas en planes revisión A, asociadas a drenaje, deben ser cauteladas y presupuestadas anualmente, mediante la oficialización del requerimiento, objetivos y plan de ejecución.

### **5.5 Proceso de Geología (SGL)**

- Elaborar anualmente Informe de Hidrogeología y Potencial Riesgo Inherente de Ingreso Agua-Barro a Mina El Teniente, que considere al menos los siguientes temas:
  - a) Condición de superficie: Aerofotogrametría, topografía, hidrología, climatología, escorrentía superficial, cauces fluviales y otros.
  - b) Condición subterránea: caracterización geotécnica, plano de interpretación de condición de infiltración de agua del nivel de hundimiento de los sectores en explotación.
- En función de la obtención de muestras proporcionadas de eventos agua/barro, caracterizar y difundir los resultados de los análisis con el propósito de contribuir en la identificación de sectores con mayor predisposición a la ocurrencia de este fenómeno. Los resultados deben entregarse en un período no mayor a 4 meses.

### **5.6 Proceso de Gestión Territorial y medición de ACM (GSAE).**

- El levantamiento aerofotogramétrico debe realizarse bimensualmente y la información debe entregarse a las áreas operativas e investigativas.
- La información debe ser formalizada mediante informe, según los vuelos realizados, que contenga los aspectos indicados en sus responsabilidades.
- Mediante contrato de monitoreo, brindar servicio de medición de calidad de las ACM según lo indicado en sus responsabilidades.



**5.7 Proceso de Dirección de Gestión de Calidad (DGC).**

- Los resultados de las muestras de humedad entregadas por SGP deben ser almacenadas en la base de datos oficial, a la espera de la validación por parte de SGP.
- Los hornos de secado deben estar disponibles y funcionando permanentemente; en caso de mantenimiento, se deberá oficializar el programa de mantenimiento para la planificación de secado de muestras.

**5.8 Proceso de Dirección Geomecánica Divisional (DGD).**

- Elaborar informes con análisis de subsidencia interior mina, y además apoyar con la identificación de acumulación de agua, barro y singularidades que potencialmente afecten la explotación aguas abajo. La información elaborada debe ser compartida con las áreas productivas, la SIM y con todas las áreas involucradas en la gestión del riesgo Agua-Barro, para incorporar en diseños o en planes de control para evitar el ingreso de flujos de infiltración.
- Con la información entregada por el vuelo, debe definir e informar de manera oficial la línea de borde cráter y/o singularidades al interior de la cavidad.

**5.9 Proceso de Programación y Control de Producción (SGP).**

- Realizar muestreo y solicitud de análisis de humedad.
- Entregar resultados de fichas de eventos agua barro, en lo específico, bombeos y escurreimientos.
- La programación mensual de extracción para los puntos en área abierta-disponible, en zonas de alta humedad, debe cumplir los siguientes criterios:
  - a) Acordar estrategia de extracción con Operaciones (SGP/GMIN).
  - b) Considerar la condición actualizada de terreno (GMIN/SGP).
  - c) Inspección de zonas de humedad, informando cambios relevantes de la condición del punto de extracción a control producción mina para evaluación de estado y actualizar la información en la base de datos. (SGP/GMIN).
  - d) Analizar el cumplimiento de la estrategia de zonas de humedad definidas en Programa de Producción Mensual (PPM) para el adecuado control.

#### **5.10 Proceso de Ingeniería Mina (SIM)**

- Cada vez, que se realicen vuelos adicionales a los realizados por GSAE (aerofotogramétricos), debe entregar informe con análisis, indicando singularidades y anomalías en materia de flujos y escorrentías superficiales, a fin de disponer información de la(s) fuente(s) que potencialmente influyen en la generación de agua-barro. En lo específico, ante la ocurrencia de eventos relevantes se propenderá a efectuar vuelo Dron, para verificar condiciones superficiales.
- Emitir cada dos años, o cuando existan cambios relevantes, planos de circuitos de conducción de aguas de contacto mina incluyendo condición de humedad de niveles superiores, a los que se pueda acceder.
- La información diaria relacionada a la reportabilidad (notificador GMIN puntos limitados, cumplimientos de cartir) debe emitirse a través de los instrumentos disponibles (correo, página intranet, etc.).
- Los datos de aforos mina efectuados por SSM deben quedar disponibles y almacenados en página intranet, propios de este riesgo.
- La operatividad de todos los sistemas de comunicación y automatización para el control de la producción, en zonas de riesgo agua-barro, debe garantizarse mediante la disponibilidad de recursos específicos (tecnología, recursos humanos, presupuesto, etc).

#### **5.11 Proceso de Extracción y Traspaso de Mineral (SMC, SMN, SMS, STC).**

- Disponer de supervisión capacitada e instruida en operación de los sistemas de programación diaria (SAN), control y gestión de extracción (SISPAC, PGOM, VIMO, XPLAN, CPM2016 y similares).
- Disponer de un catastro de personal capacitado en la extracción de sectores en riesgo de eventos agua-barro (“Buenas Prácticas de Extracción”).
- La Operación debe asegurar el buen uso y cuidado de los sistemas automáticos de ingreso de baldadas (tales como antenas, radares, TAG, sensores y dispositivos de control instalados en terreno).
- El jefe de proceso de extracción que realice la programación y control de la producción debe considerar los lineamientos y procedimientos establecidos para el control de zonas húmedas y control de agua-barro.
- Los puntos en estado barro (B) deben estar identificados en terreno. En el acceso a las zonas de riesgo Agua/Barro, debe identificarse con la señalización correspondiente dicho riesgo.
- En puntos de extracción o áreas en estado limitado (L) o barro (B) deben:
  - Estar siempre abocados. En caso contrario la operación debe adoptar las medidas de mitigación:
    - Descolgar con explosivos u otra metodología definida.
    - Instalar colpas o pretil de seguridad (mayor a 1.5 m de alto) o muros de contención dependiendo de la condición (obra civil)
  - Las rutas de tránsito de peatones deberán considerar los controles mínimos para la seguridad del personal (señalización, puntos abocados o con colpas o pretil de seguridad).
  - Los procedimientos e instructivos de operación deben considerar a lo menos los siguientes temas:
    - Descripción de actividades y responsabilidades (ej: paso a paso) para la identificación de puntos de extracción con riesgo de eventos agua-barro.
    - Identificación de peligros y medidas de control para una operación segura.

- Preparación para la operación: equipos mineros, confinamiento, disponibilidad de infraestructura, personal acreditado, sistemas de comunicación y otros propios de la operación.
- Monitoreo, control y evaluación del proceso de manera periódica, con tal de mantener actualizado el aprendizaje.
- Vías de evacuación y control de emergencias, además, se debe contar con un procedimiento específico de actuación ante atrapamiento de personas y/o equipos afectados por evento agua-barro.
- Cada operador debe contar con sistema de comunicación bidireccional.
- En los puntos declarados en estado barro (B), sólo se deberá realizar extracción de barro, con los siguientes requisitos:
  - Cambio de estado operacional del punto de extracción a "N" (Telecomando).
  - Equipos LHD debe funcionar sin operador a bordo.
  - Disponer de estrategia de extracción para minimizar eventos agua-barro.
  - El sistema de control remoto debe considerar sistemas de televisión que permitan verificar la extracción del mineral.
  - Contar con un plan de mantención del sistema y equipos operados a distancia.
  - En los casos que se deba efectuar actividades de descolgadura, reducción secundaria, se deberá elaborar los instructivos específicos, presentando los antecedentes para su correspondiente aprobación.
  - Contar con análisis de riesgo formalizado por la Dirección de Proyectos Agua Barro y acordado con Comité de Gestión de Riesgo Crítico Bombeo.
  - Autorización formal del Gerente de Operaciones.
- El levantamiento del mapa de riesgo de piques y buzones debe ser oficializado anualmente a las áreas de ingeniería, operativas y comité de riesgo crítico bombeo.
- La estrategia de operación de piques y buzones debe contar con instructivos y procedimientos específicos con periodo de revisión anual.

#### **5.12 Proceso de Reclutamiento y Desarrollo (GGP).**

- Anualmente debe solicitar calendario de curso a SGP, e informar a las áreas de la disponibilidad de fechas de realización del curso.
- Informar trimestralmente al Comité Gestión Riesgo Crítico Bombeo y áreas operativas del listado de participantes solicitados, asistentes y aprobados.
- Coordinar las actividades de capacitación para que todo el personal que ingresa a la mina cuente con los conocimientos generales para el control de riesgo eventos agua/barro.

**5.13 Proceso de Servicios a la Minería (SSM).**

- Mantener continuidad para asegurar las condiciones operacionales de los sistemas de drenaje.
- Todos los equipos deben poseer un sistema de radio comunicación tipo trunking, con canales independientes para la operación, mantenimiento y emergencia. Este último debe predominar por sobre el resto de las comunicaciones del grupo.
- La medición de los aforos se realizará semanalmente conforme a plan, al menos mediante el uso de instrumentos de medición de caudal (molinete) en todos los puntos requeridos, a fin de mantener los antecedentes comprometidos con la autoridad, en RCA's vigentes.

**5.14 Proceso de Mantenimiento Mina (SMM).**

- Ejecutar plan de mantenimiento que asegure la disponibilidad de los sistemas de automatización en los equipos e infraestructura minera.
- Los procedimientos e instructivos de mantenimiento deben considerar al menos los siguientes temas:
  - Descripción de actividades y responsabilidades (ej: paso a paso).
  - Identificación de peligros y medidas de control para una operación segura.
  - Preparación para la operación: confinamiento, personal capacitado, sistemas de comunicación y otros propios de la mantención.
  - Monitoreo, control y evaluación del proceso de manera periódica, con tal de mantener actualizado el aprendizaje.

**5.15 Proceso de Dirección Proyectos Agua Barro (DPAB).**

- Generar reportabilidad de la extracción de sectores en los que se ha definido la extracción de agua barro.
- Establecer, mediante el uso de metodologías estadísticas y/o datos de monitoreo de condiciones, el nivel de riesgo de los puntos de extracción de los sectores definidos como extracción de agua barro.
- Definir lineamientos para control de acceso de personal de los sectores definidos como extracción de agua barro. Esto puede incluir zonas y períodos de aislación.
- Establecer lineamientos para la planificación de sectores en los que se estima un nivel de riesgo de ingreso de barro que no permite la extracción de mineral con cargadores operados por personal a bordo del equipo.
- Definir estrategias de extracción, abandono y reincorporación de los sectores definidos como extracción de agua barro.
- Definir potencial productivo de sectores abandonados o en proceso de abandono por riesgo de ingreso de barro.
- Definir el listado actividades necesarias para la re-habilitación y/o continuidad en sectores abandonados o en los que se proyecta su abandono dado el riesgo de eventos agua-barro.



**5.16 Proceso de funcionamiento de Comité de Riesgo Crítico de Bombeo.**

- Cada sesión del comité debe quedar registrada mediante la realización de minuta de reunión, que contenga la asistencia, compromisos y acuerdos generados en ella.
- La clasificación del evento agua-barro (Anexo 4) es facultad “exclusiva” de los integrantes del Comité Gestión Riesgo Crítico Bombeo que representan a la GMIN, GRMD y GSSO.
- Los resultados de las investigaciones de eventos agua-barro deben ser informadas y puestas a disposición de la organización en la página intranet. Además, debe asesorar la implementación de las acciones correctivas en otros procesos.

**5.17 Proceso de comunicación, definición y clasificación de un evento agua-barro**

- Cada vez que ocurra un “evento” relacionado con agua-barro fuera de Polígonos de Extracción Agua/Barro, se deberá informar según lo indica el flujograma de comunicación (Anexo 5) y de acuerdo a su clasificación, será la Unidad de Riesgos Críticos del Negocio de la GSSO la que emitirá, previa revisión del área responsable, el Informativo Preliminar de Riesgos Súper Críticos (Anexo 6) que se enviará dentro de las 24 hrs. siguientes de ocurrido el evento, como concepto de aprendizaje y alerta oportuna con el formato definido y vigente.
- Cabe destacar, que, ante la ocurrencia de eventos en área cerrada, las superintendencias operativas deben informar al Comité de Riesgo Crítico Bombeo, para definir la clasificación. En cualquier caso, si el sector corresponde a ruta de tránsito o bien dispone de instalaciones, las áreas responsables del sector deberán adoptar medidas de control para mitigar impactos sobre personas, equipos e instalaciones.
- Para los eventos que ocurran en Polígonos de Extracción Agua/Barro, se realizará una recopilación de antecedentes técnicos o investigación según corresponda, a cargo de la Dirección de Proyectos Agua/Barro, la que será difundida al Comité de Gestión de Riesgo Bombeo.



## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 25 de 35

### 6 REGISTROS Y REFERENCIAS.

- D.S. 132. "Reglamento de Seguridad Minera"
- Estado Actualizado de Puntos de Extracción.
- Estándar de Control Fatalidad N° 15. "Guía de Bombeo Agua Barro".
- Estándar de Control Fatalidad N° 20. "Puntos de Vaciado y Chimeneas"
- Estándar de Salud en el Trabajo N°8. "Guía de alcohol, drogas y tabaco".
- GRMD-SGP-I-027/2016. "Actualización de Metodología para clasificación de humedad cualitativa en puntos de extracción y actualización de Matriz de Criticidad para la mejor toma de decisiones".
- GRMD-SGP-M-001/2007. "Manual de Tiraje Mina El Teniente".
- GRMD-SGP-P-016/2016. "Programación Mensual y Control de Zonas con Humedad)".
- Listado oficial de personal capacitado en temas de riesgo agua-barro".
- Plan Trienal de Producción.
- Plan de Negocios Divisional (PND) vigente.
- Programa de Producción Mensual (PPM).
- Registros e Informes para Programación y Control Mensual Base de Datos Control de Producción Mensual (CPM) y PGOM.
- SGR-P-003. "Procedimiento Estructural Gestión de Incidentes".
- SGSSO-P-007. "Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias"
- Metodologías para la planificación, control y extracción segura de reservas de mineral en zonas de ingreso Agua/Barro.
- Instructivo líneas de comunicación de incidentes en la DET.
- GRMD-DPAB-NI-003-2022 Reglas de Planificación y Control para Polígonos de Barro B-1 Esmeralda V02
- GRMD-DPAB-INF-002 Cambio en la Metodología de Aislación en Polígonos de Barro F3 Diablo Regimiento
- SIGO-P-003 Procedimiento Estructural Gestión de Incidentes
- SIGO-F-002, listado de eventos de alto impacto
- GRMD-INF-003-2019 "Análisis y metodologías para la planificación, control y extracción segura de reservas de mineral en zonas de ingreso agua-barro".



## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 26 de 35

### 7 HISTORIAL DE ACTUALIZACIONES.

Fecha	Origen	Descripción	Realizada por	Versión originada
Mayo 2016	Revisión documental por cambio de definición Matriz de Criticidad	GRMD-SGP-P-016/2013 "Programación mensual y control de zonas con humedad"	Patricio Miranda V.	3
Mayo 2017	Revisión y actualización general de procedimiento y Matriz de clasificación de humedad	Revisión general del procedimiento general para el control de riesgo bombeo A/B SGC-GRL-P-047 y actualización de instructivo GRMD-SGP-I-027-2016; actualización de metodología para clasificación de humedad cualitativa en puntos de extracción, actualización de matriz de criticidad para la mejor toma de decisiones.	Comité Bombeo A/B	4
Octubre - noviembre 2018	Revisión y actualización general de procedimiento	Revisión general del procedimiento general para el control de riesgo bombeo agua-barro SGC-GRL-P-047. Incorporación de responsabilidades y actividades de nuevas superintendencias y áreas. Incorporación de aprendizaje de extracción en zonas de riesgo agua-barro sin operador a bordo.	Alejandro Morales N. Manuel Salazar M. Javier Catalano M. Cesar Salinas P. Sergio Urbina A. Carlo Lobiano C. Joaquín Romero G. Manuel Kuwahara O. Rodrigo Quiroz A.	5
Octubre 2022 – Julio 2023	Revisión y actualización general de procedimiento	Revisión general del procedimiento general para el control de riesgo bombeo agua-barro SGC-GRL-P-047. Incorporación de responsabilidades y actividades de nuevas superintendencias, direcciones y unidades, entre ellas la Dirección de Proyectos Agua/Barro. Se incorporan conceptos asociados a la extracción en Polígonos Agua/Barro.	Alejandro Morales N. Cesar Salinas P. Eduardo Viera Q. Andrés Rebolledo G. Fabián Cárdenas I. Andrés Maureira V. Nelson Candia R. Roberto González L. Eduardo Diez de Mier Kenji Basaure M.	6



## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 27 de 35

## 8 ANEXOS

### Anexo 1. Cuadro Normativo.

Documento	Nombre	Título	Artículo	Descripción (destacando extracto aplicable)
DS 132 (texto ref. DS 72)	Reglamento de Seguridad Minera	Título II, cap. 1; Obligaciones de la Empresa	28	Las Empresas Mineras deberán <u>capacitar a sus trabajadores sobre el método y procedimiento para ejecutar correctamente su trabajo</u> , implementando los registros de asistencia y asignaturas, que podrán ser requeridos por el Servicio.
DS 132 (texto ref. DS 72)	Reglamento de Seguridad Minera	Título II, cap. 1; Obligaciones de la Empresa	31	La Empresa minera debe <u>adoptar las medidas necesarias</u> para garantizar la vida e integridad de los trabajadores propios y de terceros, como así mismo de los equipos, maquinarias, e instalaciones, estén o no indicadas en este Reglamento. Dichas medidas se deberán dar a conocer al personal a través de conductos o medios de comunicación que garanticen su plena difusión y comprensión. Tanto el acceso de visitas, como personal ajeno a las operaciones mineras de la faena, deberá estar regulado mediante un procedimiento que cautele debidamente su seguridad.
DS 132 (texto ref. DS 72)	Reglamento de Seguridad Minera	Título II, cap. 2; De las Obligaciones de los Trabajadores	38	<u>Es obligación de cada uno de los trabajadores respetar y cumplir todas las reglas</u> que le conciernen directamente o afecten su conducta, prescritas en este Reglamento y en <u>otros internos de la faena minera, o que se hayan impartido como instrucciones u órdenes</u> . Toda persona que tenga supervisión sobre los trabajadores, deberá exigir el cumplimiento de tales reglas o instrucciones. La Empresa minera deberá disponer de los medios necesarios para que tanto los trabajadores como los supervisores cumplan con estas exigencias. El incumplimiento por parte del trabajador a los reglamentos, normas y procedimientos o instrucciones entregadas para el correcto desempeño de su trabajo, podrá ser sancionado por la Empresa conforme a lo establecido por la Ley No 16.744.
DS 132 (texto ref. DS 72)	Reglamento de Seguridad Minera	Título III, Explotaciones Minas Subterráneas.	96	Para poder explotar labores subterráneas en la misma vertical o en zonas muy próximas a labores subterráneas pertenecientes a otra faena minera, se deberá presentar al Servicio un estudio técnico sobre la <u>viabilidad del proyecto, con relación a cautelar debidamente la estabilidad de las labores mineras y la seguridad de personas e instalaciones</u> . Igual medida deberá tomarse cuando se explote zonas aledañas a otras explotadas con antelación, <u>susceptible a la acumulación de agua</u> o afecte la estabilización del sector. El Servicio tendrá un plazo de sesenta (60) días, desde la fecha de presentación ante su Oficina de Parte, de la solicitud, para aprobar el proyecto presentado.
DS 132 (texto ref. DS 72)	Reglamento de Seguridad Minera	Título III, Explotaciones Minas Subterráneas.	97	La Empresa Minera debe <u>documentarse en forma detallada respecto a la situación, extensión y profundidad de las labores antiguas, características del terreno, rocas, presencia de nieve y de los depósitos naturales de agua (fallas y cuevas acuíferas)</u> que puedan existir dentro de sus pertenencias. Esta información deberá estar actualizada y disponible en todo momento. Se tomarán las acciones necesarias para proteger a las personas contra inundaciones de agua o barro, cuando los trabajos mineros se desarrollen en las proximidades de napas o bolsones de agua. En las vías principales o de transito deberán hacerse cunetas para mantener el escurrimiento de las aguas y evitar la existencia de lodo y aguas estancadas.
DS 40	Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales	Título VI, de la Obligación de Informar los Riesgos Laborales.	21	Los empleadores tienen la <u>obligación de informar oportuna y convenientemente a todos sus trabajadores acerca de los riesgos que entrañan sus labores, de las medidas preventivas y de los métodos de trabajo correctos</u> . Los riesgos son los inherentes a la actividad de cada empresa. Especialmente deben informar a los trabajadores acerca de los elementos, productos y sustancias que deban utilizar en los procesos de producción o en su trabajo, sobre la identificación de los mismos (fórmula, sinónimos, aspecto y olor), sobre los límites de exposición permisibles de esos productos, acerca de los peligros para la salud y sobre las medidas de control y de prevención que deben adoptar para evitar tales riesgos.



## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 28 de 35

### Anexo 2. Línea Base de Curso de Capacitación, denominado “Buenas Prácticas de Extracción”, dictado por Control Producción Mina (CPM-SGP)

#### 1- Políticas de Buenas Prácticas de Extracción

- a) Políticas de Buenas Prácticas de Extracción, Misión de la GRMD
- b) Indicadores de extracción
- c) Estados de Puntos de Extracción
- d) Indicadores de extracción como se obtienen, como se aplican, velocidad de extracción, uniformidad de extracción etc.
- e) Tiraje aislado, efectos no deseados.
- d) Extracción uniforme, elipsoides de extracción

#### 2- Programas de Producción

- a) Que son, para que sirve, como se calculan, principales consideraciones
- b) Rev-0, Rev-2, PAM principales consideraciones, estrategias de humedad, dilución etc.
- c) Levantamiento de información por parte de CPM. Funciones de analistas, muestreros, el por qué y para que los utilizamos.
- d) Control de humedad granulometría y Matriz de criticidad PGOM

#### 3- Concepto General de Carta de Tiraje

- a) Que es el CARTIR
- b) Utilización y definición de parámetros generales
- c) Utilización de información en sistema para la construcción del CARTIR
- d) Conceptos de Geología y Litología (ECF N°15)

#### 4- Extracción de Mineral

- a) Método de Explotación, Panel y Block Caving en Teniente
- b) Inicio de Extracción, entrada de dilución, presencia de humedad, agotamiento de reservas
- d) Muestreo de Puntos de extracción metodología, Por qué muestreamos?

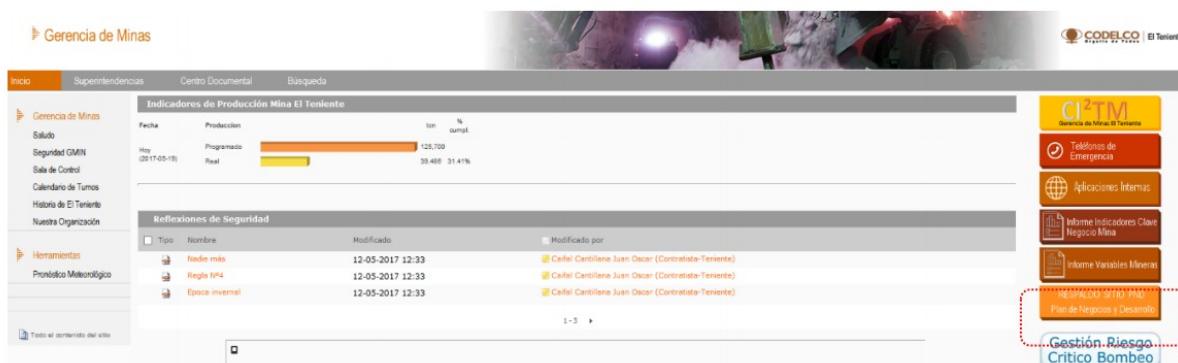
#### 5- Agua-Barro

- a) Antecedentes Generales, historia en Teniente
  - b) Bombeo y Escurrimiento qué significan, por qué se presentan?
  - c) Punto en estado operacional “Barro”; Humedad: definición y método para capturar humedad cualitativa en terreno.
  - d) Clasificación de eventos.
  - d) Matriz de Criticidad, que significa, quien la debe ocupar
- Tópico 1- Muestreo de puntos de Extracción
- Tópico 2- Dilución Granulometría Trazadores
- Tópico 3- Control de Terreno Humedad
- Tópico 4- ECF 15 y Matriz de Criticidad

## Anexo 3. Portal Gerencia Minas – Gestión Riesgo Crítico Bombeo

Es un sitio perteneciente al [Portal de la Gerencia de Minas](#), que almacena la documentación relacionada al riesgo de bombeo agua-barro, está ubicado en la **Superintendencia Ingeniería Mina** en su interior se encuentran:

- Procedimientos e Instructivos
- Informes
- Reportes
- Investigación de Incidentes
- Estrategias mensuales PPM
- Presentaciones
- Reuniones mensuales
- Reportes preliminares
- Personal autorizado
- Fichas de caracterización geológicas
- Reportabilidad



The screenshot shows the 'Indicadores de Producción Mina El Teniente' section with a bar chart comparing programmed and real production. It also shows a table of safety reflections with columns for Type, Name, Modified Date, and Modified By. A sidebar on the right lists various management tools and links, with 'Gestión Riesgo Crítico Bombeo' highlighted.



The screenshot shows the 'Gestión Riesgo Crítico Bombeo' section under the 'Superintendencia Ingeniería Mina'. It features a grid of icons representing different management functions: Procedimientos e Instructivos, Investigación de Incidentes, Reuniones Mensuales, Informes Varios, Estrategias Mensuales PPM, Reportes Preliminares, Reportabilidad, Presentaciones, and Fichas de Caracterización Geológicas.

Ruta para acceder al Portal: <http://portal.codelco> – Mi Trabajo – Gerencia Mina – Gestión Riesgo Bombeo.

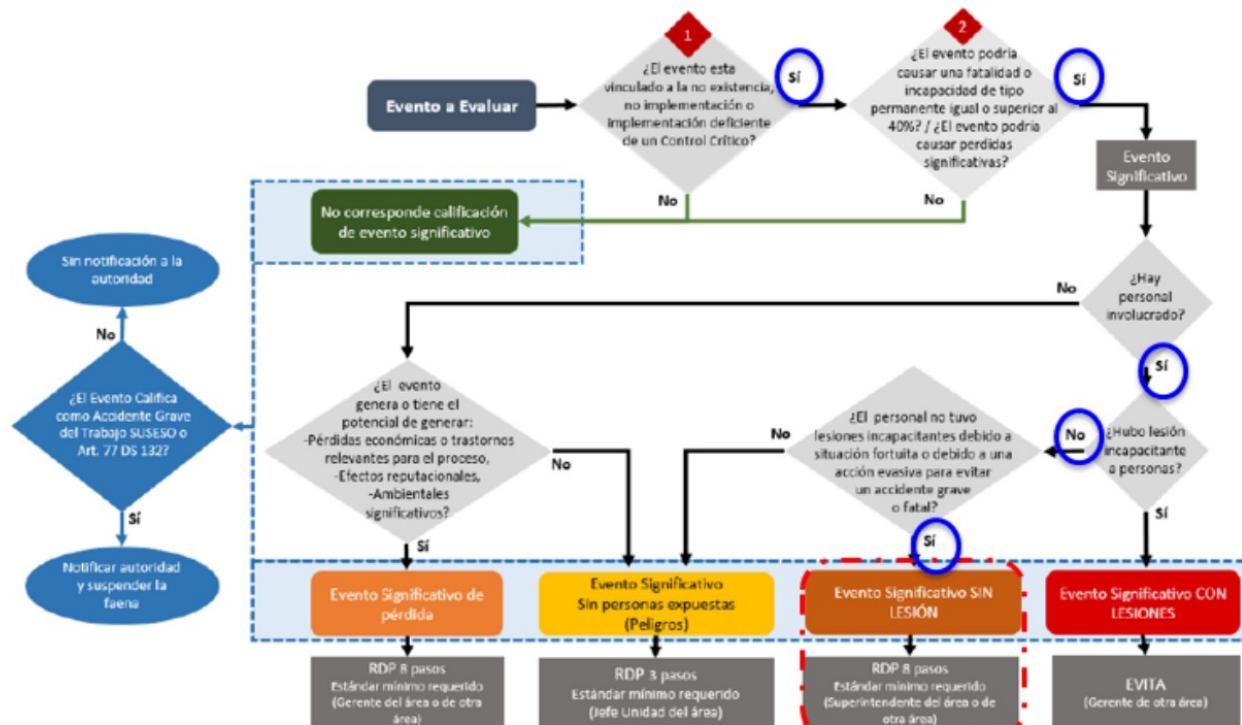
**Anexo 4. Cuadro de Clasificación de los Eventos de Agua Barro.**

<b>Evaluación de Terreno por Comité Gestión de Riesgo Crítico Agua-Barro</b>			
Desplazamiento de material	Escurrimiento de Barro	Bombeo Agua-Barro	Eventos de Agua Barro Esperado
<b>Clasificación de los Eventos Ocurridos por Salida de Agua-Barro Según Registros de Calificación de Eventos Significativos</b>			
Incidente Operacional	Incidente	Incidente de Alto Potencial	No significativo
<b>Medidas Inmediatas Post Evento</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar aviso a Jefe de Unidad, Gerente de Operaciones, Gerente de Minas, Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional, Gerente de Recursos Mineros y Desarrollo y Comité Gestión de Riesgo Crítico Bombeo. Supte SGP, Dirección Proyectos Agua/Barro</li> <li>- R-303 (inmediato).</li> <li>- Entrevistas (inmediato).</li> <li>- Revisión de antecedentes generales acordados entre SGP, la Unidad y el Comité de Gestión de Riesgo Crítico Bombeo.</li> <li>- Plazo: 3 días hábiles.</li> <li>- Plan de acciones correctivas.</li> </ul> <p>RdP de 3 Pasos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar aviso a Jefe de Unidad, Gerente General, Gerente de Operaciones, Gerente de Minas, Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional, Gerente de Recursos Mineros y Desarrollo y Comité Gestión de Riesgo Crítico Bombeo. Supte SGP, Dirección Proyectos Agua/Barro</li> <li>- R-303 (inmediato).</li> <li>- Entrevistas de involucrados (inmediato).</li> <li>- Reporte preliminar GSSO.</li> <li>- Constitución de Comisión Investigadora.</li> <li>- Informe con Investigación del evento (según estándar de investigación definido por comité de Gestión de Riesgo Crítico Bombeo).</li> <li>- Plazo: 5 días hábiles.</li> <li>- Plan de acciones correctivas y seguimiento.</li> </ul> <p>RdP de 8 pasos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar aviso a Jefe de Unidad, Gerente General, Gerente de Operaciones, Gerente de Minas, Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional, Gerente de Recursos Mineros y Desarrollo y Comité Gestión de Riesgo Crítico Bombeo. Supte SGP, Dirección Proyectos Agua/Barro</li> <li>- R-303 (inmediato).</li> <li>- Entrevistas de involucrados (inmediato).</li> <li>- Reporte preliminar GSSO.</li> <li>- Constitución de Comisión Investigadora.</li> <li>- Informe con Investigación del evento (según directriz corporativa SGR-P-003 "Procedimiento Estructural Gestión de Incidentes"). – Plazo: 7 días hábiles.</li> <li>- Plan de acciones correctivas y seguimiento.</li> </ul> <p>RdP de 8 pasos o EVITA (conforme a Flujograma de SIGO-F-025)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar aviso a Jefe de Unidad, Superintendente mina correspondiente, Gerente de Operaciones, Gerente de Minas, Gerente de Recursos Mineros y Desarrollo, Comité Gestión de Riesgo Crítico Bombeo, SGP y Director de Proyectos Agua/Barro.</li> <li>- Revisión de antecedentes generales acordados entre la Dirección Agua/Barro, la Unidad operativa y el Comité de Gestión de Riesgo Crítico Bombeo.</li> <li>- Plazo: 3 días hábiles.</li> </ul>

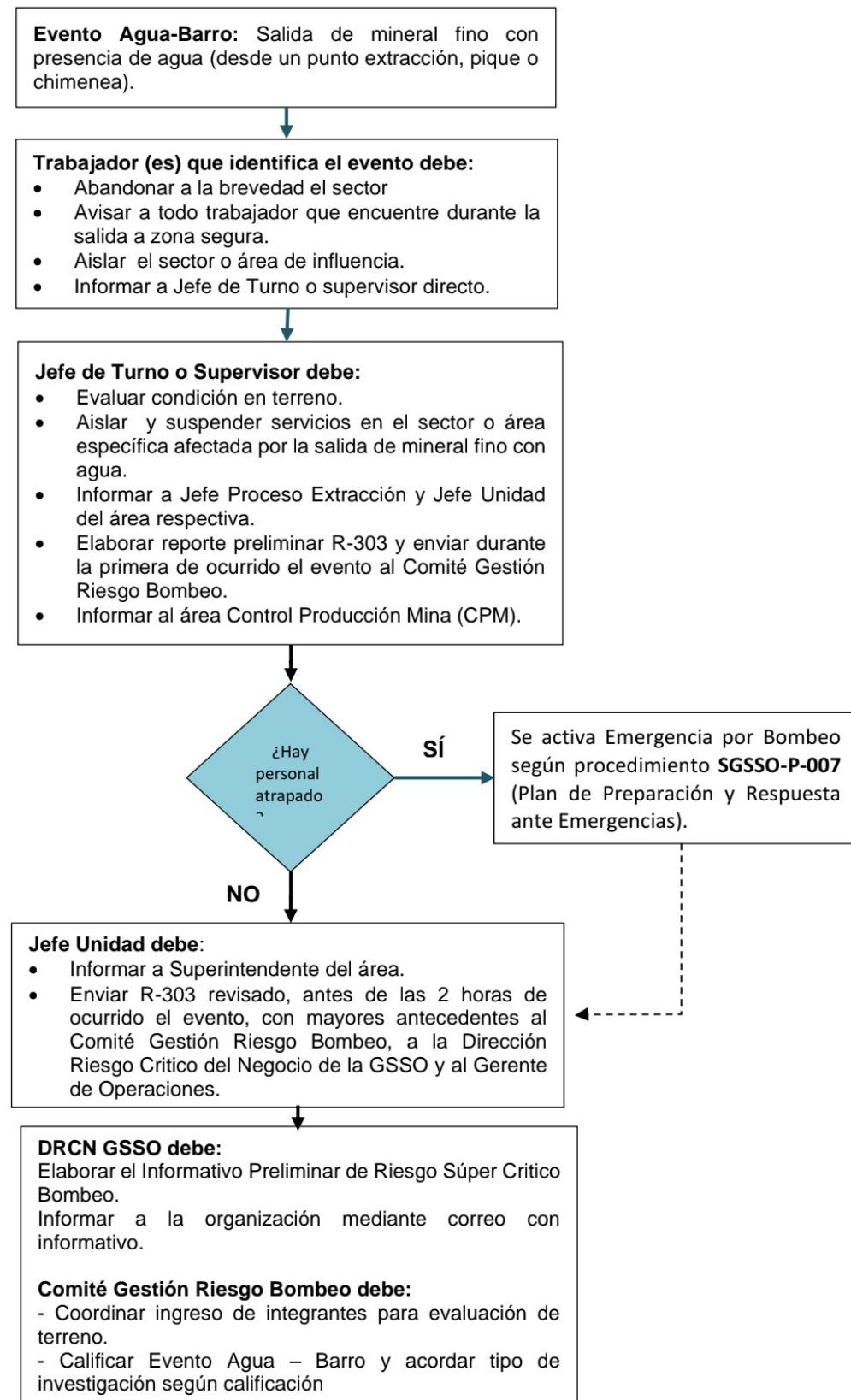
(\*): ante la ocurrencia de eventos en área cerrada, las superintendencias operativas deben informar al Comité de Riesgo Crítico Bombeo, para definir la clasificación. En cualquier caso, si el sector corresponde a ruta de tránsito o bien dispone de instalaciones, las áreas responsables del sector deberán adoptar medidas de control para mitigar impactos sobre personas, equipos e instalaciones

#### Anexo 5. Cuadro de Clasificación de los Eventos de Agua Barro.

#### Matriz construida conforme a Instructivo líneas de comunicación en la DET, código GSSO-DSE-I-002



**Anexo 6. Flujograma de Comunicación de un Evento Agua Barro.**





## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CONTROL DEL RIESGO DE BOMBEO AGUA-BARRO EN LA MINA SUBTERRÁNEA

Código: SGC-GRL-P-047

Fecha: Julio 2023

Versión: 6

Página: 33 de 35

### Anexo 7. Flash de Reportabilidad Riesgo Crítico.

Para la elaboración del Reporte de Riesgo Crítico (Flash) se deberá considerar la siguiente información:

#### ¿Qué sucedió?

Breve descripción preliminar del evento

Fecha:

Hora:

Lugar:

Consecuencias: Daños a personas y/o instalación y/o detención operacional

#### ¿Quién resultó afectado?

Empresa:

Gerencia:

#### Acciones Inmediatas

Acciones tomadas post-evento en el punto y en la zona de riesgo

Ejemplo de reporte:

**INFORMATIVO PRELIMINAR N° 17**

**RIESGOS SUPER CRÍTICOS**

**¿Qué sucedió?**

XXX

Fecha: XXX Hora: XXX  
Lugar: XXX

Consecuencias: XXX

**¿Quién resultó afectado?**

Empresa: XXX  
Gerencia: XXX

**Acciones Inmediatas**

XXX

FOTO

Riesgo Crítico  
BOMBEO AGUA BARRO

**PELIGRO: EXPOSICIÓN A BOMBEO AGUA BARRO**

REGLA N° 17 YO SIEMPRE MANTENDRÉ DISTANCIA SEGURA DE ZONAS CRÍTICAS DE BOMBEO AGUA BARRO.

CONTROLES CRÍTICOS	REGLA N° 17	OPERADOR, MANTENEDOR Y PERSONAL OPERATIVO EN GENERAL
Estructuras hidrogeológicas activas o dañadas en zonas expuestas	Supervisor y mando de primera línea	Operador, mantenedor y personal operativo en general
Contar con equipo de telecomunicaciones establecido para bombeo agua barro	¿Informo al personal a mi cargo de los puntos con riesgo de bombeo y sus medidas de control?	¿Conozco las zonas de humedad con peligros de bombeo?
Evaluación y establecimiento para ingreso a zonas de bombeo	¿Cuento con una evaluación de especialistas correspondiente del Superintendente o Director?	¿Mantengo las distancias de seguridad definidas por mi supervisor?
Capacitación del personal que trabaja en zonas con peligro de humedad	¿Estoy capacitado para el manejo de camiones de humedad?	¿Cuento con autorización de ingreso?
Monitoreo de los puntos de riesgo de bombeo	¿Realizo control periódico de las zonas identificadas con riesgo de bombeo y sus medidas de control?	¿Estoy capacitado en el manejo de camiones para el control de este?
		¿Sé que tengo que abandonar el área al tener el aviso de emergencia en el punto de extracción?

FOTO

GERENCIA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL (GSSO) - CODELCO CHILE - DIVISIÓN EL TENIENTE / DIRECCIÓN DE RIESGOS CRÍTICOS

#### **Anexo 8. Clasificación de potencial in situ para la ocurrencia de eventos en polígonos agua-barro**

La clasificación del riesgo de ocurrencia de eventos en terreno toma información observable en el punto de extracción. Esto es:

- Granulometría: Fina cuando hay más de 75% de granulometría menor a 25 cm (A+B); gruesa en caso contrario.
- Eventos previos de barro en el punto de extracción en el último año o 5000 Ton extraídas
- Flujo de agua en el punto, por ser un posible indicador de disminución de la resistencia interna del mineral y fallar de forma plástica o líquida debido a:
  - Saturación de agua en la columna.
  - Presión de poro positiva al interior de la estructura granular del mineral.
  - Erosión interna del mineral debido al arrastre de finos.
- Comportamiento del mineral en el punto, referido al modo en que el mineral fluye desde la columna a través de la batea hasta el nivel de producción. Este depende de la cohesión y resistencia al corte que adquiere el mineral fino en la medida dada su granulometría, litología y humedad. Se define como:
  - Flujo granular: mineral cuyas partículas tienen nula o baja cohesión entre ellas. Las partículas son fácilmente distinguibles unas de otras y habitualmente presenta ángulos de reposo entre 20° y 50°. Se espera este comportamiento en puntos secos, de baja humedad o con granulometría dominante gruesa.
  - Cohesivo: Las partículas más finas del mineral presentan adherencia entre sí formando una masa relativamente homogénea que fluye desarmándose en agregados de mineral fino. Se puede expresar en terreno como taludes de alto ángulo, llegando incluso a ser verticales o formar colgaduras cohesivas. De aspecto homogéneo. Normalmente esperable en puntos con humedad barro incipiente (H3).
  - Plástico: Las partículas más finas del mineral contienen suficiente humedad como para perder contacto y por lo tanto cohesión entre sí, disminuyendo su resistencia al corte. Se caracteriza también por ser una masa relativamente homogénea, que, en este caso, al ser sometida a estrés se deforma plásticamente como una pasta. Esto quiere decir que no recupera su forma inicial ni tampoco se quiebra o presenta planos de falla. Normalmente esperable en puntos con humedad barro (H4) y tiene indicadores de este comportamiento en las marcas de extrusión en el talud.
- Detención mayor a 3 días. Este es un factor observado en los mecanismos que podrían generar eventos agua-barro. Se debe a la posible saturación por aportes de agua externas dada la compactación y cementación por contacto con el aire en la base de la columna mineral (punto de extracción). Esto disminuye la permeabilidad del mineral fino en la base y podría impedir la evacuación de agua desde la batea. Al retomar la extracción removiendo la base compactada/cementada, se podría encontrar un mineral que, saturado de baja resistencia al corte, lo suficiente como para producir un evento agua-barro.
- Colgadura. Este factor se considera por dos aspectos:
  - Un punto colgado puede sufrir eventos de mayor magnitud, dada la energía potencial contenida.
  - La colgadura impide observar o evaluar varios de los aspectos anteriormente descritos. Por lo que se clasifica asumiendo como desfavorables las características que no pueden ser observadas.

A continuación, se muestra el árbol de decisión para la clasificación del potencial in situ para la ocurrencia de eventos.

