

BHP

Cambio climático en el diseño de medidas de cierre

Marzo, 2024



Introducción

Plan de Cierre de faenas mineras

De acuerdo con la Ley 20.551, que regula el cierre de faenas mineras, las faenas mineras deben ejecutar todas las medidas y acciones destinadas a mitigar los efectos que se derivan del desarrollo de la industria extractiva minera, en los lugares en que ésta se realice, de forma de asegurar la estabilidad física y química en el largo plazo.

Estas medidas deberán tender a “*prevenir, minimizar o controlar los riesgos y los efectos negativos*” sobre la vida e integridad de las personas y medio ambiente.

Para definir y diseñar estas medidas, se utiliza la evaluación de riesgos, que abarca la identificación de eventos que podrían desencadenar un riesgo, su probabilidad de ocurrencia en un período determinado y la severidad de sus consecuencias.

Dentro de dichos eventos, se destacan aquellos que derivan de la interacción de las instalaciones mineras con el recurso hídrico, los que podrían generar los riesgos tales como;

- i) Erosión hídrica a causa de lluvia o deshielo intenso
- ii) Contaminación de aguas superficiales a causa de crecidas o lluvias intensas
- iii) Contaminación de aguas subterráneas por infiltraciones



Introducción

Incorporación de estudios de cambio climático en la Evaluación de Riesgos que derivan de la interacción de las instalaciones mineras con el recurso hídrico

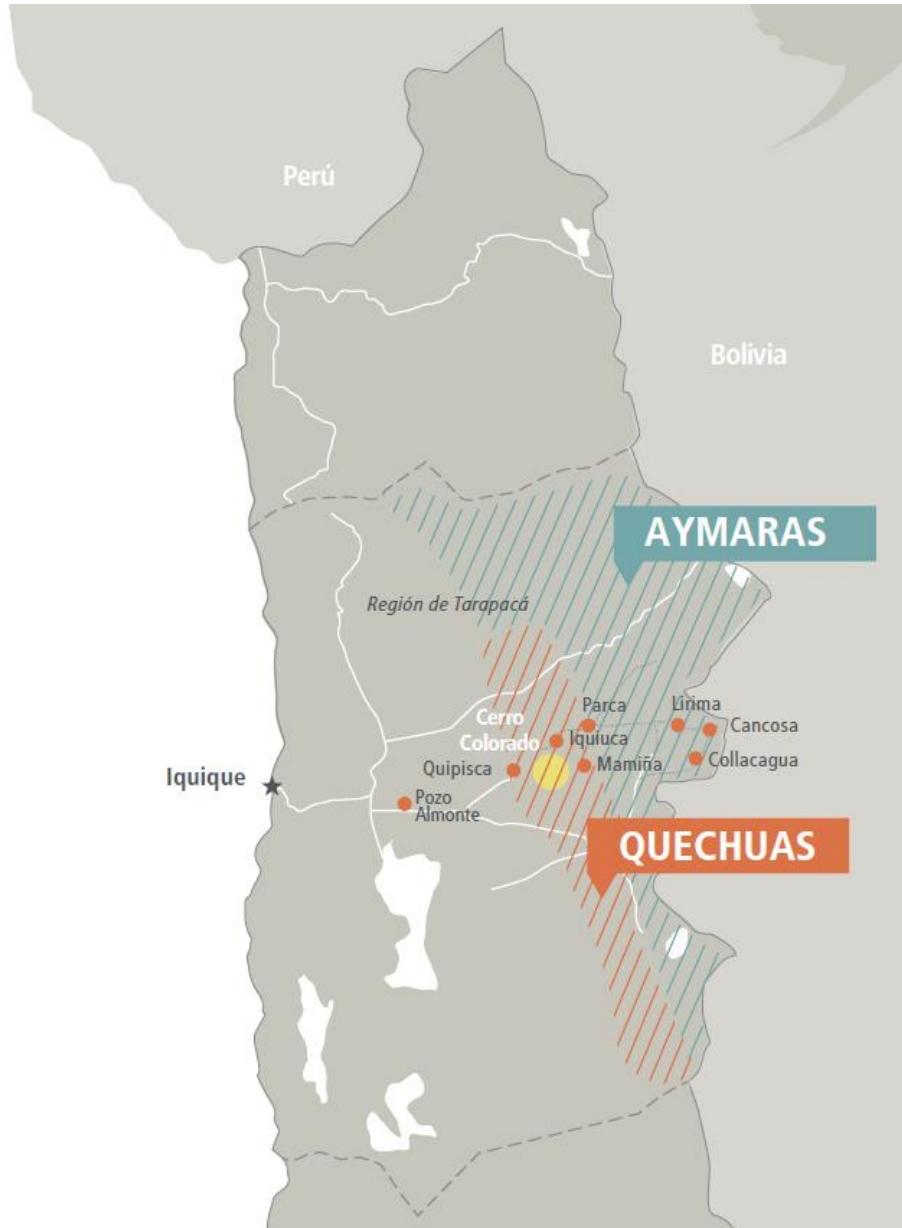
Utilizar los registros de precipitaciones y temperaturas históricas para evaluar escenarios futuros y planificar o diseñar medidas de cierre, ya no es suficiente, considerando que nos encontramos frente a cambios climáticos en donde se incrementa la frecuencia y severidad de los eventos extremos.

Para Chile, las proyecciones climáticas muestran aumentos en la temperatura y la disminución en las precipitaciones; así como un aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos extremos, como lluvias más intensas, aumentos en caudales de crecidas, aludes y desbordes de cauces superficiales.

Por lo anterior, todos estos cambios deben ser considerados en la evaluación de los riesgos que derivan de la interacción de las instalaciones mineras con el recurso hídrico, así como en el diseño de las medidas de cierre de modo de otorgar el debido resguardo a la vida, salud, seguridad de las personas y medio ambiente.



Cerro Colorado



La faena minera Cerro Colorado, perteneciente a la Compañía Minera Cerro Colorado (CMCC), inició su operación en 1994, mediante la explotación un yacimiento de pórfidos de cobre a cielo abierto, que produce cátodos de cobre a través del proceso de lixiviación, extracción por solventes y electro obtención.

A partir de noviembre, 2023 Cerro Colorado se encuentra en cierre temporal (detención y mantención de la operación) y ejecutando los estudios requeridos para evaluar la factibilidad técnica, económica y ambiental de explotar las reservas adicionales existentes.

Las instalaciones de la faena minera Cerro Colorado se ubican en dos sectores:

Sector Área Mina donde se concentran las instalaciones de extracción, ubicada en el faldeo occidental de la cordillera de los Andes, entre las quebradas Parca por el norte y Guata Guata por el sur a unos 2.500 a 2.700 m.s.n.m.

Sector Lagunillas donde extraía el suministro de agua para la operación de la faena, emplazado en la comuna de Pica a una elevación por sobre los 4.000 m.s.n.m.

Incorporación de cambio climático en el diseño de medidas de cierre

Para Cerro Colorado la fase de cierre ha sido diseñada y planificada desde etapas tempranas de la operación y revaluada de manera periódica. En su última actualización, se ha incorporado el cambio climático como una variable más en la evaluación de los riesgos que derivan de la interacción de las instalaciones mineras con el recurso hídrico, así como en el diseño de las medidas de cierre.

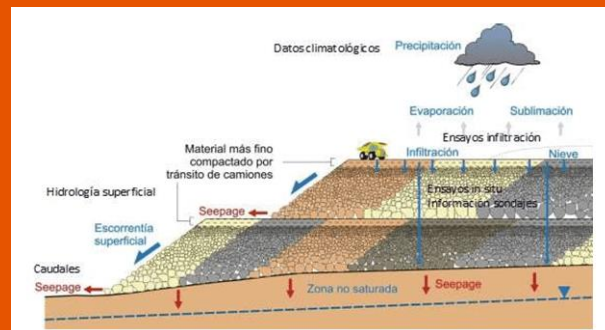
Sector Mina – Botaderos de Lastre Cerro Negro, Norte y Parca

Localizados aledaños a la Quebrada Parca/Quipisca.

Las medidas de cierre deben asegurar la estabilidad física y química en el largo plazo.

Las principales variables para el diseño de las medidas de cierre son la precipitación sobre los botaderos (para la evaluación de la estabilidad química) y crecidas en la quebrada (para la evaluación de la estabilidad física).

Incorporación del cambio climático en la serie de precipitaciones, para el análisis de eventos extremos.



Sector Lagunillas – Bofedal de Lagunillas

Localizado en la cuenca endorreica de Lagunillas, desde donde se realizaba la extracción de agua para la operación.

Las medidas de cierre deben asegurar la recuperación de niveles de agua subterránea que sustenten el bofedal.

Las principales variables para el diseño de sus medidas de cierre son la precipitación y evaporación (temperatura).

Incorporación del cambio climático en la serie de precipitaciones y temperatura, para la proyección de la recarga del sistema en el largo plazo.



Botaderos de Lastre Cerro Negro, Norte y Parca

La incorporación del cambio climático en la serie de precipitaciones permite la estimación de los flujos superficiales que pueden afectar las instalaciones remanentes (botaderos de lastre) para evaluar:

- Cantidad y calidad de aguas de contacto y reducir los riesgos de generación de drenajes ácidos.

- Patrones de infiltración y reducir los riesgos de contaminación de aguas subterráneas.

- Erosión hídrica y reducir los riesgos sobre la estabilidad física de las instalaciones remanentes.

- Análisis realizados a partir de Modelos Globales Climáticos o Modelos de Circulación General (Modelo IPSL-CM5A-LR)
- Análisis de la proyección de la serie de precipitaciones para distintos Escenarios RCP (2.5, 4.5, 6 y 8.5).
- Identificación del escenario más desfavorable el RCP 4.5, con el cual se obtuvo un incremento en las precipitaciones máximas diarias.
- **Se obtuvo un aumento en un 56% de la Precipitación Máxima Probable.**

Precipitación Máxima Probable	Sin Cambio Climático	Con Cambio Climático
Área Mina	126 mm	197 mm
Quebrada Parca	275 mm	429 mm

Crecida Máxima Probable	Sin Cambio Climático	Con Cambio Climático
Caudal líquido	1.504 m ³ /s	2.630 m ³ /s
Caudal detrítico	2.149 m ³ /s	3.757 m ³ /s

Precipitación y Crecida Máxima Probable son utilizados en la evaluación de la aplicabilidad y el diseño de obras de contención y/o protección, según corresponda.

Bofedal Lagunillas

La incorporación del cambio climático en la serie de precipitaciones y temperatura permite evaluar:

- Proyección de la recarga del acuífero en el largo plazo.
- Proyección de la profundidad del nivel del agua subterránea en pozos de control del sistema.
- Evaluar el cumplimiento de compromisos ambientales de recuperación del bofedal.

- Análisis realizados a partir de Modelos Globales Climáticos o Modelos de Circulación General (Modelo CCSM4)
- Análisis de la proyección de la serie de precipitaciones para distintos Escenarios RCP (2.6, y 8.5).
- Identificación del escenario más desfavorable el RCP 8.5, con el cual se obtuvo un aumento en la menor intensidad para las precipitaciones máximas diarias y un aumento en la temperatura ambiental, lo que repercute en una atmósfera que demanda más agua y, en consecuencia, una mayor evapotranspiración de todo el sistema.
- **Se obtuvo una reducción de recarga de 10,6% respecto al periodo histórico.**

Recarga promedio	Sin Cambio Climático	Con Cambio Climático
Periodo de calibración (Ene 1994 – Ago 2021)	78,7	78,7
Periodo de simulación (Sept 2021 – 2050)	78,7	64,3
Periodo de simulación (2051 – 2100)	78,7	55,7

Recarga (precipitación y evaporación) permite evaluar el período de recuperación de los niveles del acuífero

Conclusión

BHP ha incorporado el cambio climático en la evaluación de los riesgos que derivan de la interacción de las obras / acciones de la faena minera Cerro Colorado con el recurso hídrico.

La incorporación de estudios de cambio climático reviste gran importancia en la evaluación de escenarios futuros de disponibilidad hídrica, así como su influencia en el diseño de obras de cierre y el manejo de eventos extremos, ya que resultan en escenarios más desfavorables que los que se obtendrían solo con el análisis de información histórica.

Lo anterior, permite mejorar la adaptación de las medidas de cierre y reducir los riesgos ante un incierto futuro climático.

Los modelos climáticos mejoran su precisión y resolución espacial, por lo que reviste de gran importancia realizar actualizaciones periódicas de las series proyectadas de precipitación y temperatura de manera de reducir la incertidumbre asociada.



BHP