



II CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA AMBIENTAL EN SISTEMAS ACUÁTICOS, CChIASA

INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD NIVO GLACIAR SOBRE LA GENERACIÓN DE DRENAJE ÁCIDO NATURAL EN LA CUENCA DE YERBA LOCA.

Álvaro Navarrete¹
Miguel Lagos¹
James McPhee^{1,2}
Manuel Caraballo^{1,3}

RESUMEN EXTENDIDO

La cuenca de Yerba Loca (YL), ubicada en la cordillera de los Andes en Chile Central, al nororiente de Santiago, corresponde en su zona alta a un sistema generador de drenaje ácido natural (DAR) muy complejo y dinámico en el tiempo. Éste se debe principalmente a la interacción natural entre roca con mineralización de cobre y agua (Gutiérrez et al., 2015). Por otro lado, el “peak” del DAR, contraintuitivamente, coincide con el periodo de mayores caudales en la época estival, expandiendo su zona de influencia hasta el río Mapocho (Navarro et al, 2018), una de las principales fuentes de recursos hídricos de la Región Metropolitana. Por lo que la comprensión de este fenómeno es de interés científico, ambiental e industrial. Dados los antecedentes, este trabajo se centra en medir la influencia nivo glaciar en la generación de DAR en YL.

En el periodo sept/2016 - mar/2017 se consideraron datos hidroquímicos de medición continua e “in situ” de pH y conductividad eléctrica (CE), sumado a análisis de metales totales (ICP-MS) en la cuenca. Se incorporó un mapa de zona de alteración hidrotermal (ZAHT) en el sector alto de la cuenca (Toro et al., 2012). Además se incluyeron datos hidrometeorológicos DGA: temperatura estación Piedra Carvajal; precipitaciones estación YL. También se elaboraron índices de porcentaje de ZAHT con temperatura sobre 0°C, a partir de cálculo de isoterma 0°C con datos de estaciones DGA cercanas; porcentaje de nieve presente sobre ZAHT calculado desde NDSI (“*normalized difference snow index*”) desde imágenes satelitales landsat.

¹AMTC, Advanced Mining Technology Center, FCFM, U. de Chile / email de contacto:
alvaro.navarrete@amtc.cl

² Departamento de Ingeniería Civil, FCFM, U. de Chile

³ Departamento de Ingeniería de Minas, FCFM, U. de Chile

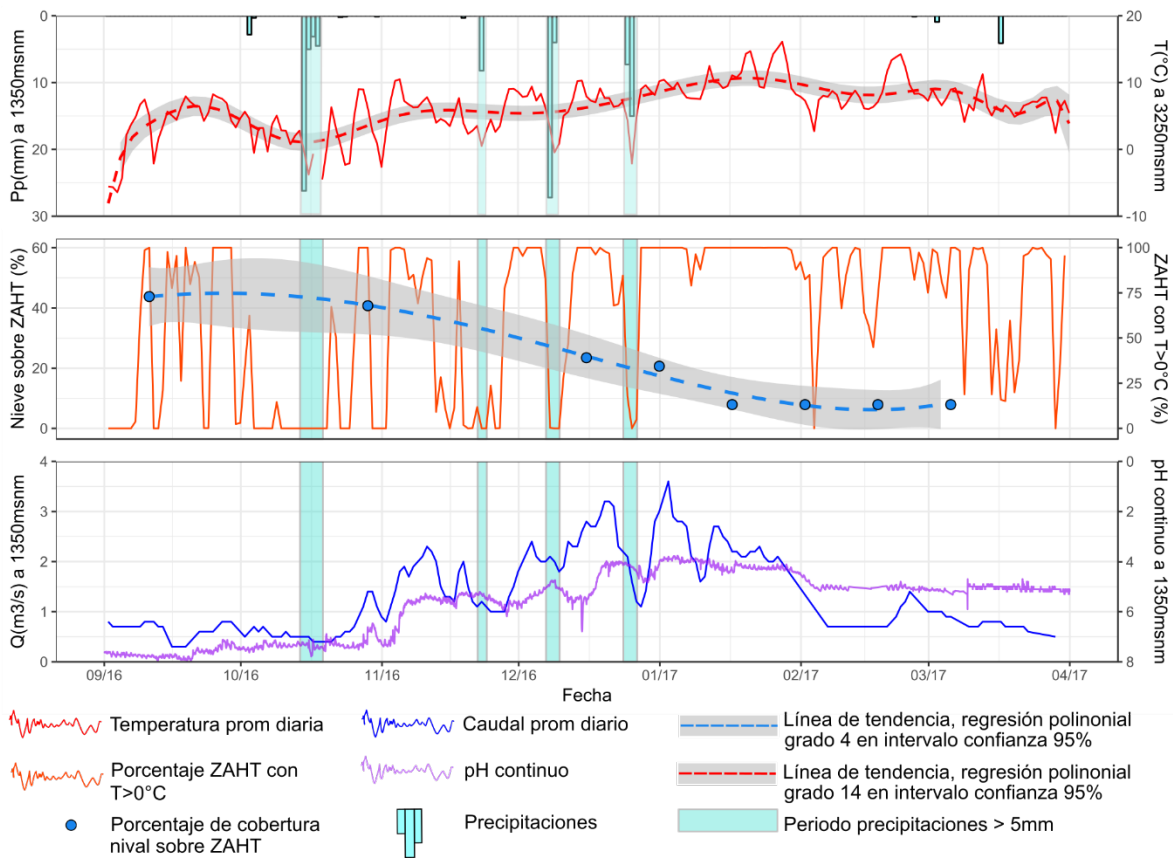


Figura 1. Diagramas de: temperatura en estación DGA Piedra Carvajal (3250msnm); precipitaciones estación DGA YL (1350msnm); Porcentaje de cobertura de nieve sobre ZAHT; Porcentaje de ZAHT con temperatura sobre 0°C; Caudal en estación DGA YL (1350msnm) y pH continuo en estación YL AMTC (1350msnm).

Según el análisis de los datos, se observan relaciones entre algunas variables (Figura 1), la temperatura, el caudal y la acidez aumentaron desde fines de octubre, alcanzando su máximo en enero 2017, mientras que la cobertura nival sobre la ZAHT tuvo un patrón descendente, llegando al mínimo en enero 2017. A nivel de calidad de aguas, se reconoció un comportamiento similar al primero, alcanzando la peor calidad en cuanto a metales, acidez y CE (contrastada con norma NCh1333) en enero 2017 (Figura 2).

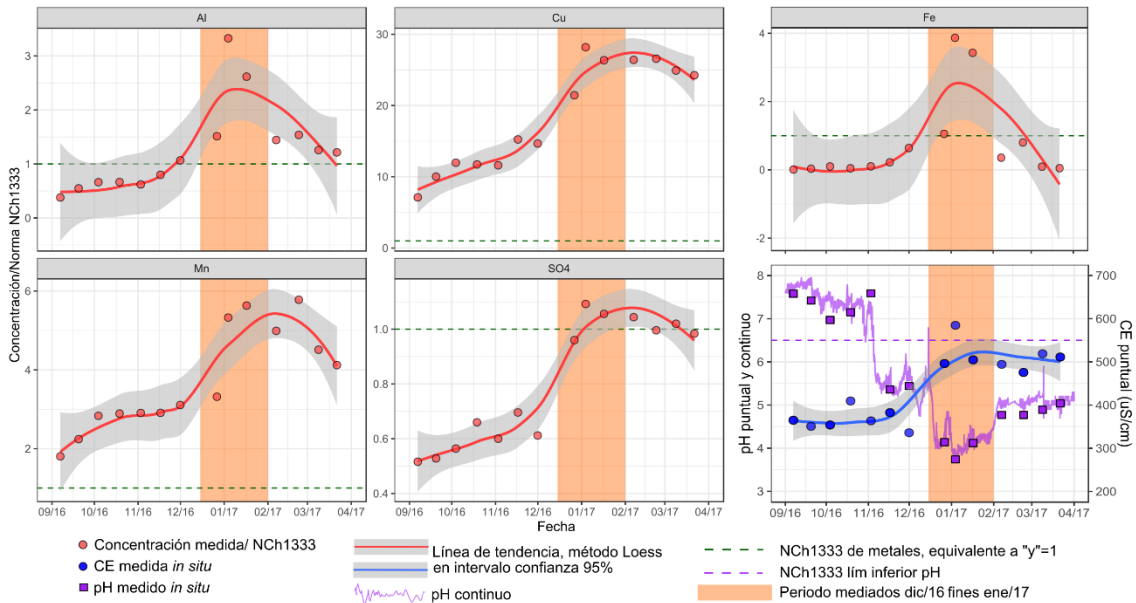


Figura 2. Concentración de metales totales dividido por norma de riego NCh1333. Se trazaron línea de tendencia con área de intervalo de confianza de 95% y límite de calidad de agua $y=1$ para mostrar cuando se supera NCh1333. Además se incluye variación del pH continuo e *in situ*, y CE puntual.

Con estos resultados, se desprende que el aumento de temperatura, en específico sobre la ZAHT, puede favorecer derretimiento de nieve, entregando agua que reacciona con la roca mineralizada liberando contaminantes al estero, evidenciado en el aumento de acidez en la salida de la cuenca. Este mecanismo de generación de DAR se vio intervenido por precipitaciones a baja temperatura que detuvieron el derretimiento y que probablemente entregaron lluvia en la zona media de la cuenca. Contribuyendo a la neutralización de la acidez en ésta zona y paralizando la entrega de acidez en la parte alta, evidenciado en disminución de la acidez posterior a los eventos de precipitación.

Como conclusión, existe correlación entre aumento de temperatura, disminución de nieve sobre la ZAHT, aumento de la acidez y del caudal. Por lo tanto, la comprensión de la variación de la cobertura nival es clave en el modelo conceptual de generación de ARD y de calidad de las aguas de YL. Ante las proyecciones de cambio climático, se espera que contribuya a simular cómo evolucionará la calidad ante potenciales cambios de temperatura, cobertura nival y retroceso de glaciares.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen el financiamiento del centro AMTC y de la compañía minera Anglo American Sur para esta investigación.



Referencias

- Gutiérrez, Francisco, Pincetti, Gianfranco, Pacayan, Ítalo, Tristam, Esme, Vela, Iván. 2015. “Composición Natural de Las Aguas En La Cuenca Alta Del Santuario de La Naturaleza Yerba Loca, Santiago”. XIV Congreso Geológico Chileno 2015. Págs 292–95
- Navarro, Leonardo, Navarrete, Álvaro, Caraballo, Manuel, García, Andreina, McPhee, James. 2018. “Drenaje ácido natural estacional en la cuenca Mapocho alto: efectos geoquímicos del río Yerba Loca”. Water Congress 2018. Págs. 126-127.
- Toro, Juan Carlos, Javier Ortúzar, Jorge Zamorano, Patricio Cuadra, Juan Hermosilla, and Cristian Spröhnle. 2012. “Protracted Magmatic-Hydrothermal History of the Río Blanco-Los Bronces District, Central Chile: Development of World’s Greatest Known Concentration of Copper.” *Society of Economic Geologists Special Publication*.