
INFORME DE AUDITORIA CONJUNTA DE LOS PROYECTOS VELADERO Y PASCUA-LAMA (SECTOR LAMA)

OBJETO DE LA AUDITORIA

Por decreto provincial N° 1246/12 se dispuso la realización de la Auditoría Ambiental prevista en el artículo 15 de la Ley Nacional N° 26.639, sobre los proyectos mineros y demás actividades referidas en dicha norma, en ejecución en las zonas de la Cordillera de Los Andes en la Provincia de San Juan, en las que se encontrare el recurso protegido por la referida Ley Nacional.

La ejecución de la Auditoría Ambiental es de responsabilidad del Consejo Provincial de Coordinación para la Protección de Glaciares, designada autoridad competente de la citada ley nacional y se constituyó la Unidad Especial de Auditoría Ambiental (UEAA) la que como equipo auditor y responsable técnico, debe realizar todas las acciones, estudios y trabajos relativos al cumplimiento del cometido de la norma provincial, y la auditoría prevista en el artículo 15 de la Ley Nacional N°26.639 para la Provincia de San Juan.

Conforme el Decreto Provincial N° 1246, artículo 5, la UEAA ha elaborado un plan de tareas, el cual contempla: A) Análisis de los Informes de Impacto Ambiental; B) Análisis del Informe Final del Proyecto "Relevamiento Inicial de los glaciares de San Juan de fecha 27 de diciembre de 2010"; C) Ejecución de las labores que se determinen en un Protocolo de Auditoria; D) Formulación, en su caso, del Informe de Hallazgos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA AUDITORÍA

- Verificar el grado de cumplimiento de las disposiciones legales relativas a la protección de glaciares.
- Verificar las responsabilidades de cumplimiento de las empresas.
- Incrementar la concientización del personal sobre las responsabilidades ambientales asociadas.
- Informar a terceros las actividades de la empresa en materia de protección de glaciares.
- Identificar la existencia de geoformas protegidas con función hídrica (glaciares descubiertos, cubiertos y de escombros);
- Identificar impactos generados y potenciales de obras existentes y proyectadas;
- Identificar si dichos impactos son significativos;
- Disponer las medidas de protección necesarias para el cumplimiento de las finalidades de la ley 26.639.

INTRODUCCION

En los Andes Centrales semiáridos de San Juan, los recursos hídricos están ligados a los aportes de agua proveniente de la fusión de la nieve y los glaciares, así como también su variación a lo largo de los años como consecuencia de los cambios climáticos. En general, y en concordancia con lo expuesto por las empresas auditadas Barrick Exploraciones Argentina SA (BEASA) operadora del Proyecto Lama Pascua (Sector Argentino Lama) y Minera Argentina Gold SA (MAGSA) operadora de la operación minera Veladero en sus respectivos Informes de Impacto Ambiental, podemos decir que los glaciares son reservorios de agua ya que almacenan y descargan agua. Ver ANEXO II, Referencia 4-5-6-7.

El presente documento tiene como finalidad la de verificar en los términos del artículo 15 de la ley 26.639 la existencia en la zona de los proyectos Veladero y Pascua Lama de glaciares descubiertos, cubiertos y de escombros y la existencia y significancia de impactos actuales o potenciales sobre los mismos que pudieran afectar significativamente las funciones previstas en el artículo 1 de la referida ley.

El presente documento detalla el resultado del proceso de auditoría, sus hallazgos y sus recomendaciones.

UBICACIÓN GEOGRAFICA Y CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se ubica en la Provincia de San Juan, Argentina, en el límite internacional con Chile, a unos 350 km al noroeste de la capital de dicha provincia, entre los 3.800 y 5300 m entre las coordenadas 29° 20' Latitud Sur y 70° 00' Longitud Oeste.

La operación minera Veladero se ubica íntegramente en Argentina, al oeste de la Provincia de San Juan, a aproximadamente 5 km del límite con Chile. La región en que se ubica la Mina corresponde a un paisaje andino, con cotas que varían entre 4.000 msnm y 5.000 msnm.

Al norte de esta operación, se localiza el sector argentino del proyecto binacional Pascua Lama (Lama), compartido con la República de Chile. También situado en un paisaje andino, sus cotas varían entre 4000 y 5500 msnm.

Para acceder a las zonas de Veladero y Lama se debe transitar por un camino existente desde la Garita Tudcum hacia el Oeste, hasta llegar a la zona denominada Peñasquito,

Desde el lugar, siempre con rumbo noroeste, se atraviesa la Cordillera del Colangüil, por el denominado Portezuelo de Conconta (4.980 m.s.n.m.), para descender hacia el oeste hasta el Valle del Cura, y se continúa bordeando el Río del Valle del Cura, por su margen este hasta llegar a la confluencia con el Río Blanco. En el Valle del Cura, aguas arriba de la confluencia con el Río Blanco se encuentra un destacamento de Gendarmería Nacional, en la zona denominada Sepultura.

Desde la confluencia de los ríos mencionados, el camino asciende nuevamente al noroeste, bordeando el cauce del Río Blanco hasta su nacimiento, correspondiente al punto de confluencia de los Arroyos del Gollete y del Zancarrón, en el kilómetro 164. Desde la confluencia antes señalada, se continúa hacia el noroeste, bordeando el Arroyo del Gollete, se atraviesa la

Cordillera de la Brea por el Portezuelo de Los Despoblados, para descender hasta la naciente del Arroyo de los Despoblados, continuándose bordeando el Arroyo de los Despoblados hasta llegar a su confluencia con el Río de Las Taguas, llegando al Campamento Veladero. Desde allí, y por un tramo de aproximadamente 15km bordeando el Río de las Taguas, se encuentra el área del Proyecto Lama.

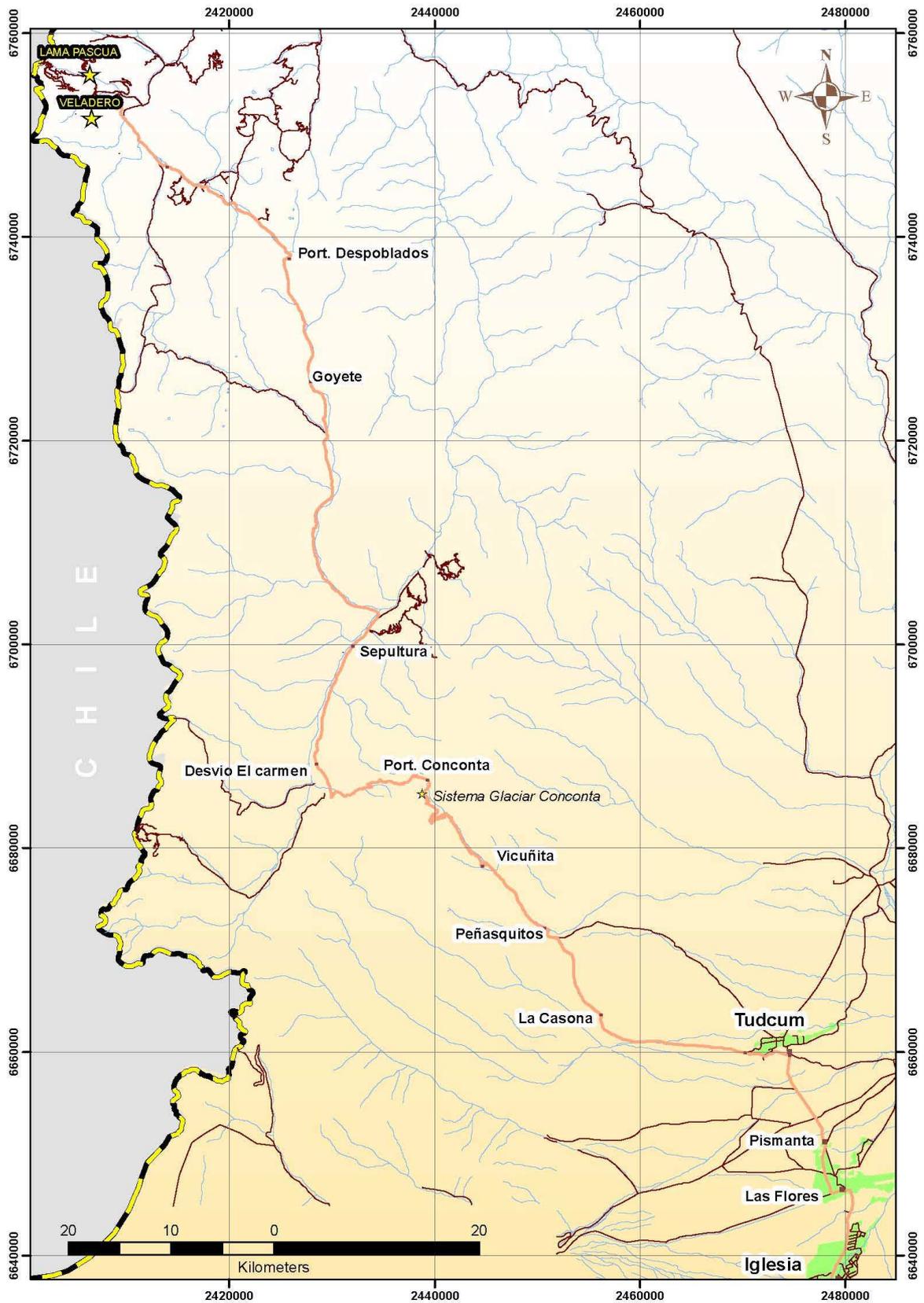


FIGURA 1 - ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio abarcó aproximadamente 33075 has. El Área corresponde a las cuencas de los arroyos Turbio, Canito y Río Potrerillos, limitadas al oeste por el límite internacional argentino-chileno, al este por el Río Las Taguas, al norte por la cuenca del Arroyo Los Amarillos y al sur por la cuenca del Río Potrerillos, también se incluyó una porción de la alta cuenca de Los Amarillos y de la cuenca media del Río de Las Taguas y el portezuelo de Conconta.

Cabe destacar que de acuerdo a la información relevada, el área de estudio es sensiblemente superior al área de infraestructura actual y proyectada de la operación minera Veladero y del Proyecto Pascua Lama, estimadas en aproximadamente 2370 has.

La región presenta el típico relieve cordillerano en el cual las alturas se ordenan de oeste a este en orden decreciente en altitud. Las cotas fluctúan entre 5300 m en el sector limítrofe y descienden hasta los 3800 m en el Río de Las Taguas. El drenaje se encuentra predominantemente orientado de oeste a este hasta confluir con el Río de Las Taguas, el cual posee un drenaje con orientación sur-norte paralelo a los principales cordones montañosos.

Otras características presentes en el área de estudio, son inviernos con bajas temperaturas, llegando a los -30° C en los meses de Julio y Agosto y veranos secos con temperaturas que alcanzan los 29° C durante los meses de Enero y Febrero. En términos generales la temperatura media mensual fluctúa entorno a los 0° C con valores extremos de 7 y -7° C en Enero y Julio respectivamente y la precipitación que oscila entre 100 y 350 mm anuales, se presenta predominantemente en forma de nieve, y muy escasa en forma de lluvia durante el otoño y comienzos de la primavera.

METODOLOGIA EMPLEADA AL MOMENTO DE AUDITAR

Previo a realizar la descripción de las actividades de auditoría a los proyectos Veladero y Pascua-Lama, se deben tener en cuenta algunos conceptos y consideraciones.

Una auditoría ambiental es una revisión sistemática, documentada, periódica y objetiva de la información ambiental de una organización, una instalación, o un sitio, para verificar en qué medida se ajusta con el cumplimiento de criterios de auditoría especificados. Puede ser vista como una “fotografía instantánea” de la situación ambiental de un sitio dado, que analiza impactos generados y potenciales, teniendo en cuenta las obras y actividades existentes y las proyectadas.

También se puede entender a la auditoría ambiental como un esfuerzo de obtención de varios tipos de información, e involucra visitas, descripción de las operaciones y/o actividades que puedan afectar al ambiente, revisión de la documentación del auditado, y entrevistas con las personas responsables de llevar a cabo la gestión ambiental del auditado, dentro de los límites normados y comprometidos. Así mismo permite identificar las normas y leyes relevantes, para luego generar una lista de verificación que permita comparar rápida y efectivamente la situación en terreno con los procedimientos y límites establecidos.

PRINCIPIOS GENERALES DE LAS AUDITORÍAS

Un prerrequisito de importancia es el compromiso de la empresa a ser auditada y a asumir un compromiso de mejoramiento de las prácticas ambientales.

Como proceso sistemático de obtención y evaluación de información acerca de los aspectos ambientales de una operación, de una organización o de un sitio, la auditoría ambiental en términos generales requiere:

- Información suficiente y apropiada acerca de la operación, organización o sitio.
- Disponibilidad de adecuados recursos para apoyar el proceso de auditoría.
- Adecuada cooperación por parte de la empresa que está siendo auditada.
- Un protocolo de auditoría (ejemplo, lista de chequeo o cuestionario).

ETAPAS DE LA AUDITORÍA DE GLACIARES

1 - ACTIVIDADES DE PRE-AUDITORÍA O DE PREPARACIÓN.

Esta fase preliminar, es donde se preparan los equipos humanos y materiales para la realización de la auditoría. Es la etapa de planificación y preparación y tiene por objeto minimizar tiempo y maximizar la productividad del equipo auditor.

Con el objeto de dar cumplimiento a la Ley Nacional N°26.639 sancionada el 30 de setiembre de 2010 y referida al denominado Régimen de Presupuestos Mínimos para la preservación de Glaciares y del Ambiente Periglacial y su respectivo decreto reglamentario N°207/2011, Ley provincial N° 8.144 y los decretos N° 0899/2010; N° 1219/2011 y 1246/2012; el Departamento de Hidráulica de la provincia de San Juan, tomando como base lo establecido por el Consejo Provincial de Coordinación para la Protección de Glaciares, el cual designó por Acuerdo N° 0002 de fecha 28 de agosto de 2012 como presidente de la Unidad Especial de Auditoría Ambiental (U.E.A.A.) al Sr. Subsecretario de Recursos Hídricos y Energéticos a cargo del Departamento de Hidráulica Ing. Jorge Eduardo Millón, dio curso a la Resolución N°1040/2012, en la que se designa como representantes del Departamento de Hidráulica para la U.E.A.A. a la Ing. Giovanna Argento Bustamante y al Ing. Mauricio Eduardo Lohay.

Habiéndose conformado el equipo de auditores del Departamento de Hidráulica y en conjunto con el Secretario de Gestión Ambiental y Policía Minera, Ing. Marcelo Ghiglione y el auditor Lic. Geol. Roberto Luna.

En fecha 12 de noviembre de 2012, se llevo a cabo una reunión de inicio del proceso de auditoría con representantes de las empresas auditadas. Se les solicito la entrega de toda la información disponible sobre: informes, estudios, investigaciones y toda otra información referente a los Glaciares y Geoformas Periglaciares existentes en la zona de proyecto. Las empresas auditadas entregaron la información solicitada, cuyo listado puede verse en el Anexo I.

El equipo auditor procedió a analizar la información suministrada en lo referido al objeto de esta auditoría, especialmente lo declarado por las empresas en sus estudios de impacto ambiental y sus actualizaciones, lo dispuesto en sus Declaraciones de Impacto Ambiental y la ejecución de las medidas de monitoreo y control de la gestión ambiental tanto respecto de las geoformas protegidas como respecto del ambiente en general, de manera de tener un

conocimiento detallado de las obligaciones específicas asumidas con anterioridad a esta auditoría.

A los efectos de esta revisión, el equipo auditor consideró los conceptos y definiciones contenidos en el documento “Fundamentos y cronograma de ejecución del inventario nacional de glaciares y ambiente periglacial” preparado con fecha 28 de octubre de 2010 por el Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), unidad ejecutora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas –CONICET.

Como resultado de la revisión de información y en base a ella, el equipo auditor generó los siguientes instrumentos cartográficos, como apoyo para la visita a terreno:

- Plano identificando:
 - Actividades de explotación actuales y futuras;
 - Ubicación de obras de infraestructura actuales y futuras;
 - Glaciares cubiertos, descubiertos y de escombros, glaciaretos y manchones de nieve superiores a 1 ha de superficie, tomando en consideración la información relevada por IDHI (2012) y IANIGLA (2005) - (Ver Anexo II).
- Plano identificando:
 - Actividades de explotación actuales y futuras;
 - Ubicación de obras de infraestructura actuales y futuras;
 - Glaciares cubiertos, descubiertos y de escombros, tomando en consideración la información relevada por BGC - Golder Associates - Knight Piesold en el 2005
- Plano identificando:
 - Actividades de explotación actuales y futuras;
 - Ubicación de obras de infraestructura actuales y futuras;
 - Glaciares cubiertos, descubiertos y de escombros, glaciaretos y manchones de nieve superiores a 1 ha de superficie, tomando en consideración la información relevada por IANIGLA (2005)
 - Pluma de dispersión de polvo, tomando en consideración el informe presentado en el Cuarto Informe de Actualización del Informe de Impacto Ambiental de la Mina Veladero y Tercer Informe de Actualización del Informe de Impacto Ambiental de Proyecto Pascua Lama (Ver Anexo 2)

En fecha 20 de noviembre de 2012, se procedió a la visita a terreno arribando a las instalaciones del campamento Veladero, a las 16,30 hs., Inmediatamente se realizó un chequeo médico a los integrantes del equipo auditor y a toda personas que acompañaba el viaje.

Luego de realizado el chequeo médico, las autoridades encargadas de llevar a cabo la auditoria fueron invitadas a una sala de proyección donde se expuso un video de inducción para toda persona que visite las instalaciones de Veladero y Lama; dicho video muestra un resumen de la historia minera de la empresa Barrick, y detalla sus políticas de calidad, de seguridad y protección del medio ambiente, entre otras cosas.

Posteriormente se realizo una reunión abierta con la presencia de las autoridades auditoras y representantes (gerentes de área, supervisores, etc.) de las empresas M.A.G.S.A. y B.E.A.S.A. y todos aquellos involucrados directamente en la auditoría; el objetivo de dicha reunión fue presentar al equipo de auditoría, describir los objetivos, alcance, criterios, y

procedimientos de trabajo y acordar un calendario de trabajo. También se solicitó documentación a las empresas para dar respuesta al protocolo de auditoría o lista de chequeo (aprobado por Acta N° 39 del Consejo Provincial de Coordinación para la Protección de Glaciares).

2 - ACTIVIDADES DE SITIO O INSPECCIÓN TÉCNICA AMBIENTAL.

Previo a la descripción detallada de las actividades realizadas durante la auditoria se deben tener en cuenta ciertas consideraciones:

- Este sector de la Cordillera de los Andes fue afectada por la acción de los glaciares que avanzaron y retrocedieron varias veces durante el Cuaternario dejando como resultado la típica morfología de un paisaje glacial.
- Las precipitaciones nivales son la fuente primaria de agua y su importancia radica en que aportan agua a los cauces y recargan la capa activa de la superficie congelada estacionalmente, a los glaciares y los glaciares de escombros. El hielo cubierto y descubierto posee una importante función almacenando y regulando los flujos emergentes en los meses de verano cuando no se producen precipitaciones.
- Una parte del agua de fusión de la nieve escurre rápidamente en los cauces superficiales y queda evidenciada por el incremento de los caudales. Otra parte del agua de fusión se infiltra en el suelo detrítico y se vuelve a congelar en la capa activa. El aumento que se observa en los caudales en el mes de Febrero se debe al descongelamiento de la capa activa y a la ablación de los glaciares.
- Los glaciares que son básicamente cuerpos de nieve y de hielo que se mueven y que han sido formados como resultado de la re-cristalización de la nieve; se forman en áreas donde la cantidad de nieve caída en invierno excede a la cantidad que se fusiona evapora ó sublima en verano y fluyen hacia fuera y hacia abajo, definiendo una zona de pérdida y otra de acumulación. En la zona de estudio, el ambiente glaciar está determinado por la presencia de glaciares, glaciaretos ó manchones de nieve.
- La actividad del glaciar depende principalmente de los niveles de precipitación, siendo baja en áreas áridas con escasas precipitaciones. Las crioformas más relevantes presentes en el área de estudio de norte a sur se pueden ver en la Figura N° 2, perteneciente al estudio encargado por el gobierno de San Juan al IANIGLA en el año 2005 y entre ellos los glaciares Los Amarillos, Guanaco, Canito, Gla C34, Potrerillos, Gla P07y los manchones de nieve¹

¹ . Ver ANEXO II Referencia 1-2-4-5.

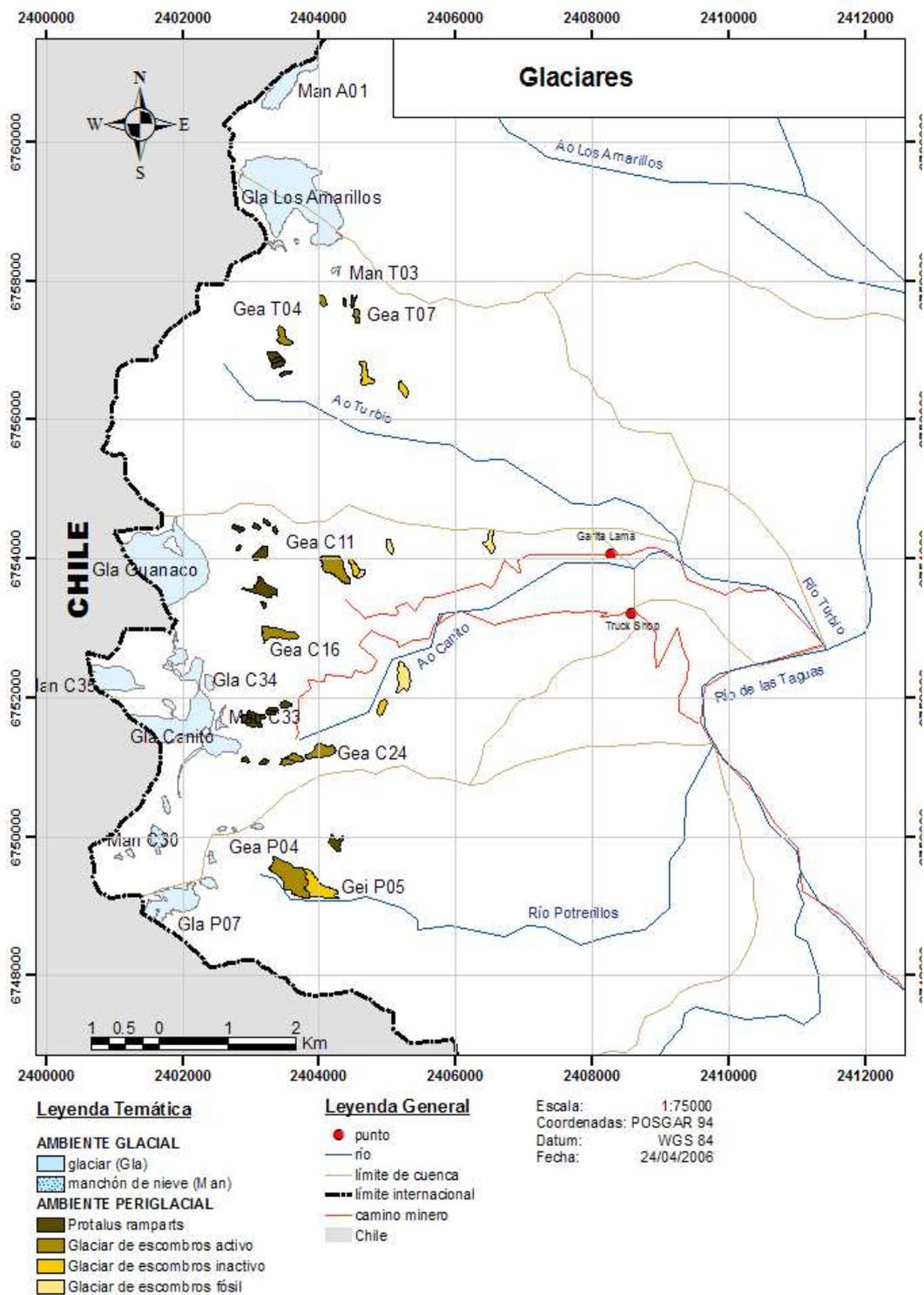


FIGURA 2 - GLACIARES EN LA ZONA DE ESTUDIO

CRONOLOGÍA DE LA AUDITORIA EN TERRENO

El día 21/11/2012, hora 8.30hs, la comisión auditora acompañada por representantes de las empresas auditadas emprenden viaje en camioneta hacia la zona donde se encuentra el glaciar Amarillo (Chile) y Los Amarillos (Argentina).

El glaciar Los Amarillos (Figuras N°1.) es de tamaño 1,10 km², presenta una morfología típica de depresión y se encuentra en una zona aplanada de pendiente relativamente suave, (15°/25°). Tiene una longitud de 1,7 km, su superficie es de 1,10 km² y se encuentra entre los 4900-5550 msnm, con una orientación hacia el sureste-sur. Ver **ANEXO II - Referencias 1-2-5**



FOTOGRAFÍA 1 - VISTA DELGLACIAR AMARILLO(CHILE).



FOTOGRAFÍA 2 - VISTA DEL GLACIAR LOS AMARILLOS, ORIENTACIÓN HACIA EL SURESTE-SUR

Continuando con la inspección, la comitiva se dirigió hacia la zona donde se encuentra el glaciar Guanaco (Fotografía n° 3.) que es de tipo mediano, semejante en su forma al glaciar Los Amarillos. Tiene una longitud de 1,2 km su superficie es de 1,667 km², se encuentra entre los 5350-5000 m, su pendiente es muy suave (5°/15°) y presenta orientación hacia el este. En la Fotografía N°3, se puede observar la presencia de una estación meteorológica cuyo fin es ampliar la red de mediciones meteorológicas en las zonas cercanas a los cuerpos de hielo.



FOTOGRAFÍA 3 - VISTA DEL GLACIAR GUANACO, ORIENTACIÓN HACIA EL ESTE

El siguiente glaciar inspeccionado fue un glaciar de escombros activos conocido como Glaciar Potrerillos (Gea P04), de tamaño pequeño, de cuenca simple. Tiene una longitud de 0,5 km, su superficie es de 0.23 km², se encuentra entre los 5100-5400 m; su pendiente es fuerte (35°/45°) y la orientación hacia el sureste. Ver **ANEXO II Referencia 1**



FOTOGRAFÍA 4 - VISTA DEL GLACIAR DE ESCOMBRO POTRERILLOS



FOTOGRAFÍA 5 - VISTA DEL GLACIAR DE ESCOMBRO POTRERILLOS

Finalizando la jornada, conjuntamente con el aval del equipo auditor y los representantes de los diferentes proyectos, se realizó una reunión en las instalaciones del campamento Veladero, donde se procedió al llenado de la lista de chequeo, revisión de documentación (mapas, informes, etc.) solicitada a las empresas, confección de una acta donde se dejara

constancia la fecha de auditoría, nombre y función de los responsables de llevar a cabo dicha auditoría, se especificaron las condiciones en que se realizó la misma, también plazo de entrega del informe, y el marco legal en el que fue realizado dicho proceso. Se entregaron respectivamente a cada uno de los miembros interesados, copias de las actas correspondientes a los proyectos Pascua-Lama (sector Lama) y Veladero,

3 -ACTIVIDADES DE POST-AUDITORÍA, INFORME FINAL

En esta etapa se buscó relacionar toda la información disponible, consistente en:

- los datos aportado por la Autoridad Minera, la Autoridad Hídrica y Ambiental de la Provincia y los datos recibidos de las Empresas, consistentes en todos los estudios realizados hasta la fecha, los que han sido listados en el ANEXO I.
- Un ANEXO II, en el que están resumidos los informes más relevantes para el auditor donde se han colocado parte de los informes recibidos y otros antecedentes, que ayudan a conocer la zona, sus glaciares y los procesos hidrológicos asociados a la zona Central de la Cordillera de los Andes.

A fin de lograr sistematizar la información disponible, se incluyen en este informe una serie de preguntas, que resumen los conocimientos recogidos durante los años de estudios de las geoformas por parte de las empresas auditadas. A continuación se detallan dichas preguntas y las respuestas a las mismas resultantes del proceso de auditoría y verificación realizado:

¿Posee el Proyecto un Informe de Impacto Ambiental (IIA), evaluado y aprobado por la autoridad?

Sí, Los Proyectos tienen los IIA, y sus correspondientes actualizaciones, evaluados y aprobados por la Autoridad Ambiental Minera de la Provincia de San Juan, cumpliendo con la legislación vigente. Toda esta documentación está adjunta (ANEXO I), y ha servido de base para confeccionar parte de las referencias que se incluyen en este Informe y que obra en el ANEXO II.

¿En dicho informe se identificaron y situaron los glaciares en el área de Proyecto?

Sí, los informes presentados por las empresas auditadas corroboran en la zona de estudio (que es más amplia que la de los proyectos) la presencia de algunas de las siguientes geoformas: glaciares descubiertos, cubiertos, glaciaretos, manchones de nieve y de glaciares de escombros en el ambiente periglacial, teniendo a la fecha ya, la identificación y ubicación de glaciares, descubiertos de escombros activos e inactivos, glaciaretos y manchones de nieve.

Dichas geoformas se vienen estudiando con diferente profundidad desde el año 2005 a la fecha aproximadamente.

¿Se identificaron y evaluaron los potenciales impactos ambientales sobre los glaciares?

Sí, en los Informes de Impacto Ambiental y sus correspondientes actualizaciones ambos proyectos presentan identificados, evaluados y aprobados los potenciales impactos sobre geoformas protegidas.

¿Se han identificado impactos significativos?

En las evaluaciones de Impacto Ambiental de ambos proyectos, no se han detectado impactos significativos sobre las geoformas en estudio reales o potenciales. No obstante ello, se propusieron y ejecutan medidas de control, las que son verificadas en los monitoreos correspondientes.

Para los impactos evaluados como “potencialmente significativos”, ¿se definen medidas de protección, monitoreo y mitigación?

En las evaluaciones de Impacto Ambiental de ambos proyectos, no se han detectado impactos potencialmente significativos. No obstante esto, ambas empresas poseen un Programa de Monitoreo que contempla mediciones sistemáticas de esta componente ambiental, para su control, y seguimiento. .

¿Está incluido en el programa de monitoreo el control de la efectividad de estas medidas?

Los Informes de monitoreo que las empresas realizan y presentan a la autoridad de aplicación, contemplan el análisis de las fluctuaciones de los glaciares descubiertos y una comparativa con dos series de datos mundiales del Sistema de Monitoreo de Glaciares Mundial, WGMS según sus siglas en inglés. Este análisis permite determinar que las variaciones en los balances de masa de los glaciares descubiertos, están dentro de la media a nivel mundial, obedeciendo a factores globales, no pudiendo atribuirse directamente a la acción de las empresas auditadas en el lugar. Como es el caso del Sistema de Glaciares Conconta, considerado en retroceso, de acuerdo a los estudios que existen desde la década del cincuenta, época anterior al desarrollo minero de la zona. Conforme los estudios realizados y los resultados obtenidos de los monitoreos a la fecha, esta situación persistirá de manera natural.

Dada la cercanía del sistema de Glaciares Conconta, al camino de acceso a los proyectos mineros auditados, por condicionante de la DIA, las empresas mantienen el camino con un grado de humedad tal que el tránsito de los vehículos no genere excesivo polvo que pueda modificar el estado de los Glaciares, situación esta que se mantiene en forma permanente y tiene carácter de medida de protección adicional. Además se realizan mediciones de polvo sedimentable las que son presentadas a la autoridad de aplicación (Ver Anexo II Referencia 1, 7 y 8).

¿Se han validado sus resultados?

Cada año se realiza una comparación de los datos obtenidos con las series de datos mundiales del Sistema de Monitoreo de Glaciares Mundial, WGMS según sus siglas en inglés, mostrando que no hay variaciones Al ser consultadas las empresas acerca de la recomendación efectuada por la Universidad Nacional de Cuyo (ver Anexo 2), acerca de la publicación de los resultados en el inventario del Sistema Mundial de Glaciares, los representantes de las auditadas indicaron que a partir del año 2012-2013, tienen previsto realizar las gestiones para la publicación de estos resultados en el Sistema de Monitoreo de Glaciares Mundial (WGMS).

Conforme la Ley Nacional N° 26.639 ¿se han detectado otros impactos significativos, generados o potenciales no contemplados en el IIA?

Del análisis de la Información recibida que da cuenta el Anexo I y II, la visita a terreno y lo que surge del Inventario Provincial de Glaciares en su estado actual, no se identifican impactos significativos o no, generados o potenciales en el área en estudio no contemplados en

el IIA de las empresas auditadas. De lo anterior no surge evidencia objetiva que permita interpretar que no se está en total cumplimiento de la Ley N° 26.639.

Siguiendo con lo anterior en los planos adjuntos a este informe se verifica lo siguiente:

- No existe impacto actual, generado o potencial por superposición de actividad minera u obras de infraestructura actuales o proyectadas en el área de estudio, sobre glaciares descubiertos, glaciaretos y/o manchones de nieve ni sobre glaciares de escombros activos o inactivos;
- No existe, ni se ha verificado impacto actual o generado en glaciares descubiertos, glaciaretos y manchones de nieve, por dispersión de polvo proveniente de actividades u obras actuales o proyectadas.
- En la medida en que se mantengan las medidas de protección, monitoreo y prevención establecidas, no existe impacto significativo potencial en glaciares descubiertos, glaciaretos y manchones de nieve, por dispersión de polvo proveniente de actividades u obras actuales o proyectadas.
- Cabe aclarar que la dispersión de polvo no tiene impacto sobre los glaciares cubiertos y de escombros.

De acuerdo a los resultados anteriores y considerando la Ley Nacional N°26.639 ¿se validan los impactos generados y potenciales identificados en los IIA de Veladero y Lama?

Teniendo en cuenta el trabajo de auditoría realizado esta Unidad Especial de Auditoría Ambiental concluye validar la evaluación de los impactos ambientales incluidos en la información disponible, confirmando la no afectación de las crioformas en estudio. Ratificando, en lo que respecta a los proyectos Veladero y Pascua Lama y considerando tanto las obras de infraestructura como la actividad minera actual y proyectada, que, en la medida en que se cumplan las medidas de prevención y protección previstas en los Informes de Impacto Ambiental y sus Actualizaciones aprobadas a la fecha, más las que se incluyen expresamente en el presente, NO se verifica impacto significativo generado o potencial sobre las geofomas protegidas y existentes en el ambiente glacial y periglacial.

CONCLUSIONES DE AUDITORIA

Visto:

- Que en virtud del Decreto Provincial N° 1246/2012, en su Artículo 2° se dispone la realización de la Auditoría Ambiental prevista en el Artículo 15 de la Ley N° 26.639 sobre los proyectos mineros y demás actividades en la Cordillera de los Andes perteneciente al territorio de la Provincia de San Juan.
- Que en virtud del Artículo 3° del mencionado Decreto ha quedado constituida la Unidad Especial de Auditoría Ambiental (U.E.A.A.).
- Que el Consejo Provincial de Coordinación para la Protección de Glaciares, se ha instituido como Autoridad Competente en la jurisdicción de la Provincia de San Juan por Decreto Provincial N° 1246/2012, y en reunión de fecha 28 DE AGOSTO DEL 2012 por Acuerdo N°

0002, ha designado como presidente de la U.E.A.A. al Sr. Subsecretario de Recursos Hídricos y Energéticos Ing. Jorge Eduardo Millón.

- Que se ha confeccionado y aprobado por el Consejo Provincial de Coordinación para la Protección de Glaciares, el calendario y protocolo de auditorías por Acta N° 39 de fecha 23 de octubre de 2012.
- Que se notificó a Minera Argentina Gold Sociedad Anónima (MAGSA), en su carácter de operador del Proyecto Veladero que se ha decidido comenzar la Auditoría a partir del día 12 de noviembre del 2012. Por ello dicha empresa puso a disposición, en el término de 10 (diez) días, en la U.E.A.A. toda la información disponible sobre: informes; estudios; investigaciones y toda otra información referente a los Glaciares y Geoformas Periglaciares existentes en la zona del proyecto.
- Que se notificó a Barrick Exploraciones Argentinas Sociedad Anónima (BEASA), en su carácter de titular y operadora del sector argentino del Proyecto PASCUA - LAMA que se ha decidido comenzar la Auditoría a partir del día 12 de noviembre del 2012. Por ello dicha empresa puso a disposición, en el término de 10 (diez) días, en la U.E.A.A. toda la información disponible sobre: informes; estudios; investigaciones y toda otra información referente a los Glaciares y Geoformas Periglaciares existentes en la zona del proyecto.
- Que por Nota de fecha 14/11/2012, BEASA, en su carácter de titular y operadora del Proyecto Pascua Lama y, MAGSA, operadora de la Mina Veladero, presentaron en soporte digital toda la información disponible de los estudios de Glaciares en la zona de influencia de los proyectos, indicados en el ANEXO I.
- Que se dispuso de la logística correspondiente a fin de que una comisión de 4 integrantes concurrieran al Proyecto Veladero y al sector Argentino del Proyecto Pascua - Lama, sitios a auditar por el término de aproximadamente tres días, a partir del día 20/11/2012.

Considerando:

- La información aportada por la Provincia por medio de sus diferentes Autoridades y por las empresas auditadas;
- la información relevada por el equipo auditor, todo lo que da cuenta el Anexo I y II del presente;
- las respuestas al protocolo de auditoría y fichas de campo – Anexo III y IV;
- la información relevada en su visita de campo por el equipo auditor;
- lo que surge del Inventario Provincial de Glaciares en su estado actual;
- los conceptos y definiciones contenidos en el documento “Fundamentos y cronograma de ejecución del inventario nacional de glaciares y ambiente periglacial” preparado con fecha 28 de octubre de 2010 por el Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), unidad ejecutora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas –CONICET;
- y los planos elaborados durante el proceso de auditoría con la información recabada durante el mismo de los que surge lo siguiente:
 - No existe impacto actual, generado o potencial por superposición de actividad minera u obras de infraestructura actuales o proyectadas en el área de estudio, sobre glaciares descubiertos, glaciaretos y/o manchones de nieve ni sobre glaciares de escombros activos o inactivos;

- No existe, ni se ha verificado impacto actual o generado en glaciares descubiertos, glaciaretos y manchones de nieve, por dispersión de polvo proveniente de actividades u obras actuales o proyectadas.
- En la medida en que se mantengan las medidas de protección, monitoreo y prevención establecidas, no existe impacto significativo potencial en glaciares descubiertos, glaciaretos y manchones de nieve, por dispersión de polvo proveniente de actividades u obras actuales o proyectadas.
- Cabe aclarar que la dispersión de polvo no tiene impacto sobre los glaciares cubiertos y de escombros.

La U.E.A.A. concluye que del proceso al que se sometieron las empresas auditadas con relación a la operación minera Veladero y al Proyecto Pascua Lama (Sector argentino) no se han identificado y cuantificado impactos ambientales potenciales o generados sobre glaciares o ambiente periglacial, contemplados en el artículo 2 de la Ley Nacional N° 26.639.

Así mismo y a efectos de propender al cuidado y protección de las geoformas identificadas en el área de estudio esta U.E.A.A, recomienda:

- Incorporar en las futuras inducciones para todo el personal, de la empresa, subcontratistas y demás personas que accedan al proyecto, los cuidados del agua que se deben tener y de los glaciares de la zona.
- Optimizar el procedimiento de monitoreo de caudales ya en ejecución, a la salida de los glaciares Los Amarillos; Guanaco; Brown Superior; Conconta Norte, para realizarlo en forma continua.
- Continuar con los estudios sobre la dinámica de estos cuerpos de hielo, cómo reaccionan a las condiciones meteorológicas actuales y cómo lo harían en el futuro.
- Continuar estudiando y estimando el volumen de agua que contienen y su zona de acumulación así como su zona de ablación medida en milímetros de agua equivalente, para poder estandarizar la cantidad de agua que se acumula o se pierde a lo largo de la vida de los Proyectos Veladero y Lama, en los glaciares identificados como: Los Amarillos; Guanaco; Brown Superior; Conconta Norte, como mínimo.

Ing. Civil Jorge Eduardo Millón	Ing. De Minas Marcelo Ghiglione
Ing. Civil Mauricio Lohay	Lic. Ciencias Geológicas Roberto Luna

ANEXO 1

Listado de informes presentados

ESTUDIO DE DOS GLACIARES DE sECOMBROS EN VELADERO

(2007)

Proyecto: Veladero

De: IANIGLA y CONICET

Para: M.A.G.S.A.

ESTUDIO AMPLIADO DEL AGUA (INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL)

(2007)

Proyecto: Pascua-Lama

De : Instituto de Investigaciones Hidráulicas

Para: B.E.A.S.A.

ESTUDIO DE CARACTERIZACION DEL PERMAFROST EN LA ZONA DEL PROYECTO PASCUA - LAMA

(2009)

Proyecto: Pascua-Lama

De: B.G.C. Ingeniería Ltda

Para : Compañía Minera Nevada Ltda

ESTUDIO DE EVALUACION DEL GLACIAR BROWN PASO DE CONCONTA (INFORME)

(2005)

Proyecto: Veladero

De : Golder Associates

Para: M.A.G.S.A.

EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL - PROYECTO LINEA DE EXTRA ALTA TENSION 220kv Y ESTACIÓN TRANSFORMADORA ASOCIADA

(2008)

Proyecto: Pascua-Lama

De: B.E.A.S.A.

Volúmenes de I a V

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL GLACIAR BROWN MEDIANTE PROYECCIÓN GEOFÍSICA

(2006)

Proyecto: Veladero

De: Área Geofísica Eng. S.A.

Para: M.A.G.S.A.

INFORMACION (AUDITORIA, NORMATIVAS)

(Decretos, Normativas, Árbol de decisión, Auditoria, Protocolo de Auditoria)

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

(1997)

Proyecto: *Pascua-Lama*

Etapa : Exploración

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

(1997)

Proyecto: *Veladero*

De: Knight Piesold LLC y Ambiental S.A.

Para: Argentina Gold Corp.

Etapa : Exploración

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

(2004)

Proyecto: Pascua-Lama

De: Knight Piesold Consulting

Etapa : Explotación

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

(2003)

Proyecto: Veladero

De: Knight Piesold Consulting

Para: M.A.G.S.A.

Etapa : Explotación

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL (CUARTA ACTUALIZACIÓN)

(2011)

Proyecto: Veladero

De: U.R.S.

Para: M.A.G.S.A.

Etapa : Explotación

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL (PRIMERA ACTUALIZACIÓN)

(2005)

Proyecto: Veladero

De: ERM

Para: M.A.G.S.A.

Etapa : Explotación

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL (SEGUNDA ACTUALIZACIÓN)

(2007)

Proyecto: Veladero

De: Ambiental. Estudios y Servicios Ambientales

Para: M.A.G.S.A.

Etapa : Explotación

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL (TERCERA ACTUALIZACIÓN)

(2009)

Proyecto: Veladero

De: U.R.S.

Para: M.A.G.S.A.

Etapa : Explotación

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL (3° Actualización)

(2011)

Proyecto: Pascua-Lama

De: MWH

Etapa : Explotación

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL (Texto Ordenado)

2006

Proyecto: Pascua-Lama

De: Knight Piesold Consulting

Etapa : Explotación

Se adjuntan textos complementarios

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL (1° Actualización)

(2008)

Proyecto: Pascua-Lama

De: Knight Piesold Consulting

Etapa : Explotación

2 Volúmenes (Sección y Apéndice)

INVENTARIO NACIONAL DE GLACIARES Y AMBIENTE PERIGLACIAL, FUNDAMENTOS Y CORNOGRAMA DE EJECUCIÓN

(2010)

De: I.A.N.I.G.L.A. ; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Para cumplir con lo establecido por Ley 26.639

INVESTIGACION GLACIOLOGICA SOBRE EL GLACIAL GUANACO EN LAS CERCANIAS DEL PROYECTO PASCUA-LAMA (2009)

Proyecto: Pascua-Lama

De : Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (C.E.A.Z.A.)

Actualización (2009)

De : Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (C.E.A.Z.A.)

Año Hidrológico : 2008/2009

Actualización (2010)

De : Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (C.E.A.Z.A.)

Año Hidrológico : 2009/2010

Actualización (2012)

De : Centro de Estudios Científicos (C.E.Cs)

Para: B.E.A.S.A.

Año Hidrológico : 2011/2012

MEDICIÓN DE CAUDALES EN CAUCES CON APORTES DE GLACIARES

(2012)

Proyecto: Pascua-Lama

De: Instituto de Investigaciones Hidráulicas (IDIH)

Para: B.E.A.S.A.

MEDICION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (MPS)

(2011 / 2012)

Proyecto: Pascua-Lama

De : Centro de Estudios Científicos (C.E.Cs)

Para: B.E.A.S.A.

**MEDICIONES DE POLVO SEDIMENTABLE EN LAS CERCANIAS DEL G. GUANACO
(INFORME TECNICO)**

(2008)

Proyecto: Pascua-Lama

De: B.E.A.S.A.

Actualización (2008 / 2010)

Proyecto: Pascua-Lama

De: B.E.A.S.A.

Actualización (2008 / 2011)

Proyecto: Pascua-Lama

De: COMPAÑÍA MINERA NEVADA

MONITOREO DE GLACIARES AMARILLO Y LOS AMARILLOS

(2008)

De: Cricyt. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Para: B.E.A.S.A.

No constituye un INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

Actualización (2009)

De: Universidad Nacional de Cuyo. Instituto de Medio Ambiente y Facultad de Ingeniería

Para: B.E.A.S.A.

No constituye un INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

Actualización (2011)

De: Universidad Nacional de Cuyo. Instituto de Medio Ambiente y Facultad de Ingeniería

Para: B.E.A.S.A.

No constituye un INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

Actualización (2012)

De: Universidad Nacional de Cuyo. Dirección de Estudios Tecnológicos e Investigaciones y Facultad de Ingeniería

Para: B.E.A.S.A.

No constituye un INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

MONITOREO DE TEMPERATURA DEL GLACIAR GUANACO

(2009)

De : Golder Associates

Para: B.E.A.S.A.

**MONITOREO DEL GLACIARES DEL PASO DE CONCONTA
(2008)**

Proyecto: Veladero

De: Fundación Cricyt. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Para: M.A.G.S.A. y B.E.A.S.A.

No constituye un INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

Actualización (2009)

De: Universidad Nacional de Cuyo. Instituto de Medio Ambiente y Facultad de Ingeniería

No constituye un INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

Actualización (2010)

De: Universidad Nacional de Cuyo. Instituto de Medio Ambiente y Facultad de Ingeniería

+Tareas de Campaña Primavera Verano 2009

No constituye un INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

Actualización (2011)

De: Universidad Nacional de Cuyo. Dirección de Estudios Tecnológicos e Investigaciones y Facultad de Ingeniería

No constituye un INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

Actualización (2012)

De: Universidad Nacional de Cuyo. Dirección de Estudios Tecnológicos e Investigaciones y Facultad de Ingeniería

No constituye un INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

(2007)

Proyecto: Pascua-Lama

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE LA TEMPERATURA DEL SUELO (INFORME TECNICO)

(2009 / 2010)

Proyecto: Pascua-Lama

De: B.E.A.S.A.

Actualización (2010 / 2011)

Proyecto: Pascua-Lama

De: B.G.C. Ingeniería Ltda

Para : Autoridad Ambiental y Minera

Actualización (2011 / 2012)

Proyecto: Pascua-Lama

De: Centro de Estudios Científicos (C.E.Cs)

Para: Compañía Minera Nevada y B.E.A.S.A.

**SEGUIMIENTO DE COMPONENTES AMBIENTALES A PARTIR DE IMÁGENES SATELITALES
PARA EL AREA DE INFLUENCIA DE LA MINA VELADERO
(2011)**

Proyecto: Veladero

De : G.P.A.C. SRL

THE SWISS GLACIERS

(2001)

De: Bremgarten (AG), Glaciology Section Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology
Swiss Federal Institute of Technology (ETH) Zurich Y Physical Geography

ANEXO 2

Referencias

REFERENCIA 1

RESUMEN EJECUTIVO DEL INFORME DE AMBIENTE Y PROCESOS GLACIALES Y PERIGLACIALES EN LAMA-VELADERO, SAN JUAN, ARGENTINA- DE FECHA 27/04/2006

INTRODUCCION

El área de estudio corresponde a las cuencas de Arroyo Turbio, Arroyo Canito y Río Potrerillos, limitadas al oeste por el límite internacional argentino-chileno, al este por el Río Las Taguas, al norte por la cuenca de Los Amarillos y al sur por la cuenca del Río Potrerillos. Se incluyó asimismo una porción de la alta cuenca de Los Amarillos y de la cuenca media del Río de Las Taguas. La superficie total estudiada es de aproximadamente 100 km².

Este sector de la Cordillera de los Andes fue afectada por la acción de los glaciares que avanzaron y retrocedieron varias veces durante el Cuaternario dejando como resultado la típica morfología de un paisaje glacial y periglacial aún activo.

Las precipitaciones nivales son la fuente primaria de agua y su importancia radica en que aportan agua a los cauces y recargan la capa activa de la superficie congelada estacionalmente, a los glaciares y los glaciares de escombros. El hielo cubierto y descubierto posee una importante función almacenando y regulando los flujos emergentes en los meses de verano cuando no se producen precipitaciones.

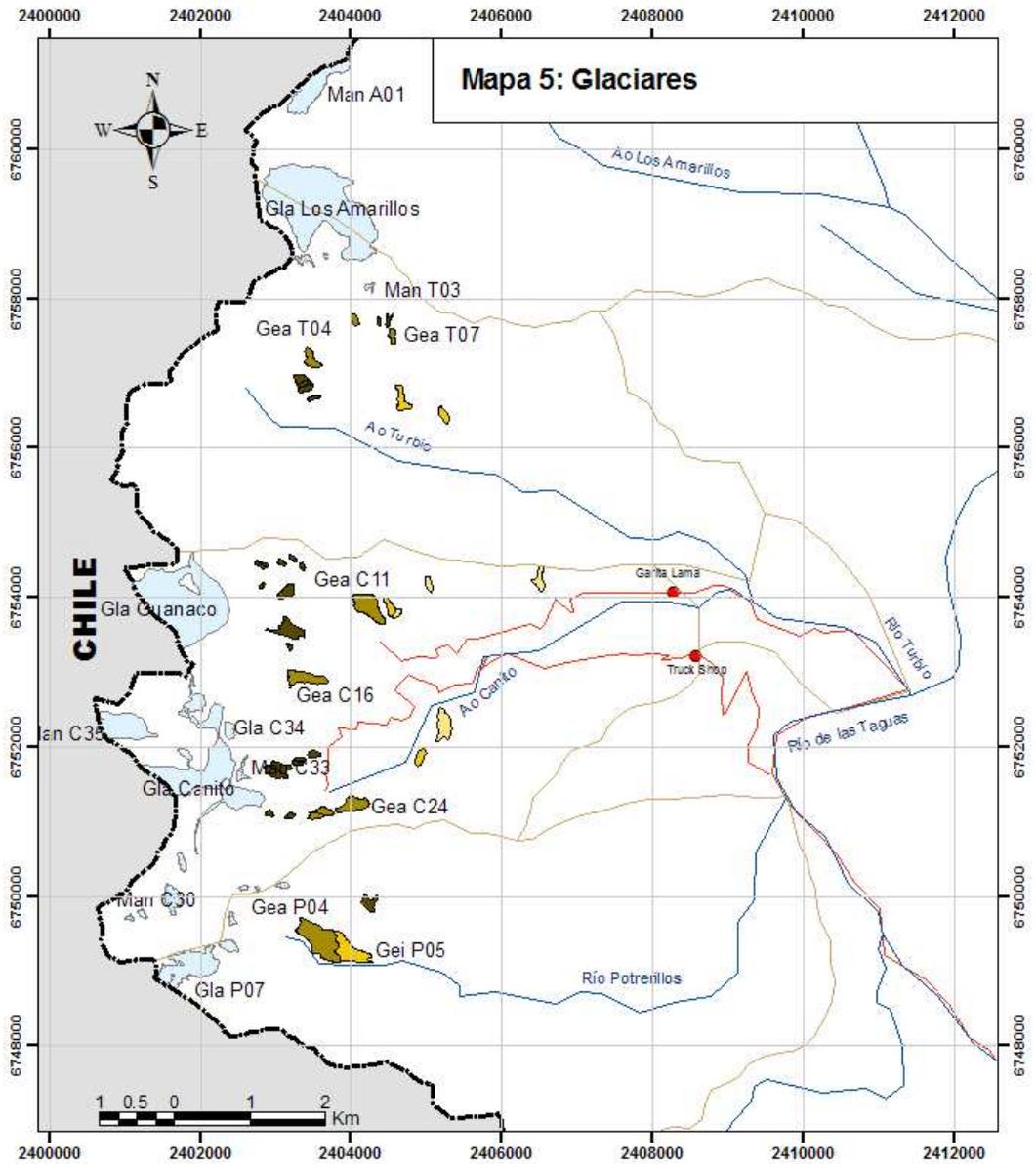
Una parte del agua de fusión de la nieve escurre rápidamente en los cauces superficiales y queda evidenciada por el incremento de los caudales. Otra parte del agua de fusión se infiltra en el suelo detrítico y se vuelve a congelar en la capa activa. El aumento que se observa en los caudales en el mes de Febrero se debe al descongelamiento de la capa activa y a la ablación de los glaciares.

En lo referente a *hidrología*, con datos de 5 aforos de la zona de estudio, se analizó la descarga de agua superficial, en cuatro ciclos hidrológicos entre 1999-2003. Las cuencas del Arroyo Canito, Arroyo Turbio y Río Turbio se comportan de manera similar, observándose dos picos de aumento de los caudales en la curva promedio. El primero corresponde a la primavera, donde el aumento de temperatura atmosférica, favorece la fusión de la nieve precipitada a lo largo del invierno.

Durante los meses de Marzo y Abril la temperatura comienza a disminuir, reduciendo progresivamente la fusión del hielo, dando lugar a que el drenaje vuelva a su caudal de base. Este caudal se mantiene constante durante el invierno hasta que vuelve a repetirse el aumento del caudal en la siguiente primavera. En la cuenca del Río Potrerillos se observa el primer pico primaveral y luego un descenso leve y continuo de la curva hasta alcanzar el caudal de base del invierno. Esta cuenca presenta un comportamiento hidrológico nival, sin observarse el segundo

pico, debido probablemente a que la cuenca tiene escaso desarrollo de glaciares. El comportamiento de la cuenca del Río de Las Taguas es de tipo nival, debido a que el agua aportada por la fusión de la nieve es mucho mayor que la aportada por la fusión de los cuerpos de hielo.

El *ambiente glacial* está determinado por la presencia de glaciares y manchones de nieve. Se han relevado 6 glaciares, de tamaño mediano a pequeño. Presentan zonas de alimentación simple, con forma de circo glacial o bien de una depresión aplanada de pendientes suaves. Para el año 2005 el área total cubierta por glaciares y manchones de nieve es de 3,38 km². El 92% del área englazada corresponde a glaciares y solo el 8% del área está representada por manchones de nieve. El 3,38% del área estudiada está cubierta por glaciares y manchones de nieve. Entre 1959 y 2005 el área cubierta por hielo y nieve disminuyó un 12%, registrándose el mayor retroceso en el Glaciar Canito con un 33%. La tendencia negativa de largo plazo observada en distintos glaciares de los Andes Centrales desde principios del siglo pasado por varios autores es coincidente con la que se ha determinado para los glaciares de Lama-Veladero en el periodo 1959-2005. De continuar la actual tendencia climática, los glaciares se mantendrán en el mediano plazo aunque con importantes pérdidas de área y masa. Algunos manchones de nieve, en cambio, podrían desaparecer.



Legenda Temática

- AMBIENTE GLACIAL**
- glaciar (Gla)
 - manchón de nieve (Man)
- AMBIENTE PERIGLACIAL**
- Protilus ramparts
 - Glaciar de escombros activo
 - Glaciar de escombros inactivo
 - Glaciar de escombros fósil

Legenda General

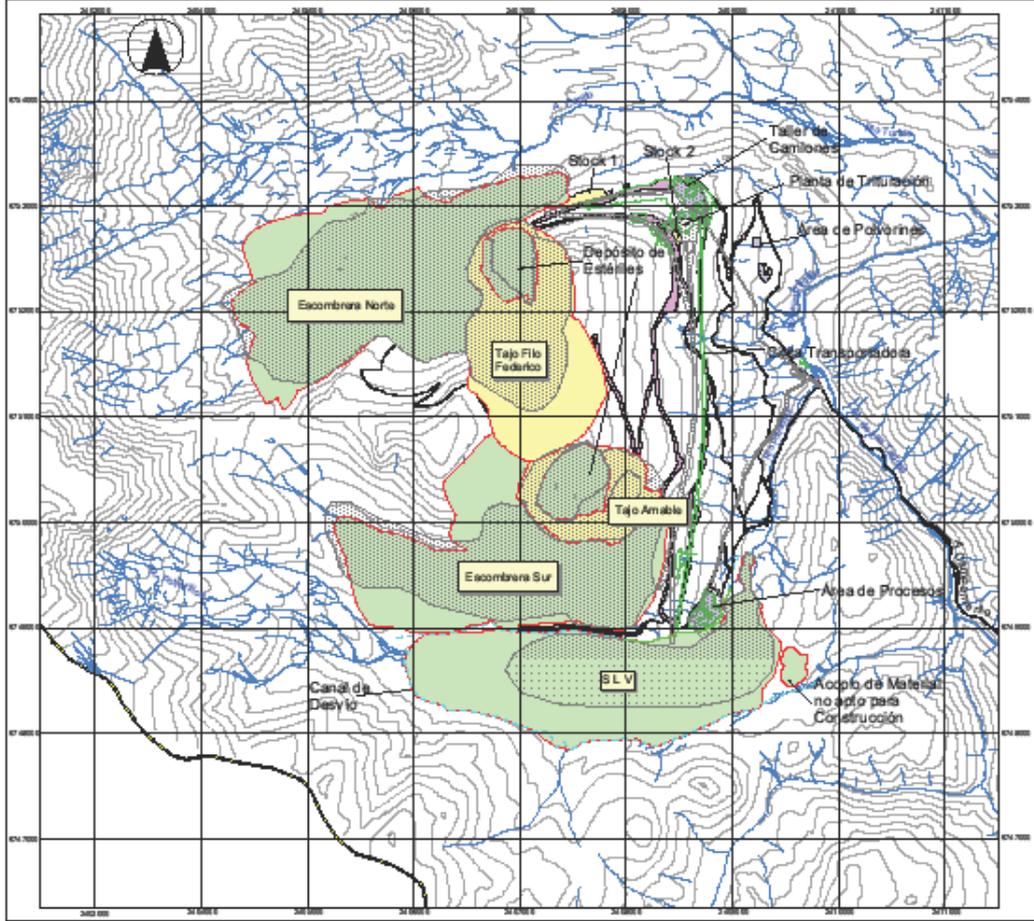
- punto
- río
- límite de cuenca
- límite internacional
- camino minero
- Chile

Escala: 1:75000
 Coordenadas: POSGAR 94
 Datum: WGS 84
 Fecha: 24/04/2006

Mapa 5: Glaciares	
<p>Elaborado por: Responsable: Dra. Lyda Soria Coordinadora: Lidia Ferr. Tildes Jefa de Gabinete: Oscar Inza Pierre Pittet</p>	<p>Elaborado por: Subsecretaría de Minería de la Provincia de San Juan</p>
<p>"Ambiente glacial y periglacial del área Lama-Veladero, Iglesias, San Juan."</p>	
<p>Este documento es de Propiedad de 11 de Noviembre de 2005</p>	

La *geomorfología periglacial* está relacionada con los procesos y geoformas típicas de aquellas regiones frías, sin tener en cuenta la proximidad en espacio y tiempo a los glaciares. Estas regiones están principalmente dominadas por procesos criogénicos y de acción del hielo, normalmente asociados con la formación de permafrost. El área del ambiente periglacial en la zona de estudio presenta su límite inferior a los 3750 m y su límite superior esta aproximadamente a los 5300 m. Dentro del ambiente periglacial fueron reconocidos los siguientes procesos y geoformas: glaciares de escombros, protalus ramparts, geliflucción, soliflucción, deslizamientos, caída de rocas, flujos y morenas. Un rasgo típico del ambiente periglacial en la zona es la presencia de permafrost. Se mapeo el permafrost discontinuo y se infiere la probable existencia de permafrost continuo y esporádico. Se aplicaron **métodos indirectos** para conocer la distribución del permafrost en el área de estudio a través de indicadores ambientales. Se podría inferir que el límite inferior del permafrost continuo se encontraría por encima de los 5175 m donde la temperatura media anual del aire es inferior a -9° C. El límite inferior del permafrost discontinuo comienza aproximadamente a los 4150 m de altitud, y está relacionado con el límite inferior de los glaciares de escombros activos y la isoterma de -1° C; el límite superior del permafrost discontinuo estaría alrededor de los 5175 m. Por debajo de los 4150 m se encuentra el permafrost esporádico y su límite inferior es difícil de precisar.

Las obras a desarrollar en el Proyecto Pascua-Lama, en el sector argentino, no afectarán directamente a los glaciares, manchones de nieve y glaciares de escombros. El área de permafrost discontinuo que será afectada por las obras del proyecto Pascua-Lama es de 300 ha lo que representa el 17% del área de permafrost discontinuo de la cuenca del Arroyo Turbio. En conclusión, el impacto de las obras sobre el permafrost discontinuo será poco significativo.



1000 0 1000 2000 Metros

1:25.000
Coordenadas Gauss Kruger - Posgr

SIMBOLOGÍA	
	Límite Internacional
	Drenaje Principal
	Curvas de nivel
	Proyecto según el Acta Explotación 2002
	Mina Veladero Actualización 2005
	Camino Principal
	Camino Secundario
	Áreas de Obras e instalaciones

Preparado por: Environmental Resources Management		Preparado por: BARRICK	
ACTUALIZACIÓN GENERAL DE OBRAS E INSTALACIONES		MINA VELADERO	
Figura 42		PRIMERA ACTUALIZACIÓN INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL ETAPA DE EXPLOTACIÓN	
Fecha: Octubre 2005	MAG 05 5128 Rev: 0	Escala: 1:25.000	Sistema de coordenadas: UTM - WGS 84

Para dimensionar el impacto potencial que el desarrollo de la Mina Pascua-Lama pudiera llegar a ocasionar en el ambiente glacial y periglacial analizado en este estudio, se superpusieron el mapa de infraestructura de KNIGHT PIÉSOLD CONSULTING, 2004. *Informe Impacto Ambiental. Proyecto Pascua Lama*, y el Mapa 3 Geomorfología, elaborado en este trabajo (Mapa 10 Impacto de obras).

El desarrollo de los rajos Pascua-Lama, Penélope Oeste, Penélope Este, la escombrera El Morro, la cinta transportadora, planta de procesos, dique de colas, caminos mineros, campamento y las demás infraestructuras de servicio, no afectará directamente ningún cuerpo de hielo descubierto, que incluye a todos los glaciares y manchones de nieve mapeados.

El rajo Pascua -Lama, escombrera El Morro, caminos de la mina, rajos Penélope Oeste y Este, cinta transportadora subterránea y parte de la cinta superficial se ubicarán en el área mapeada como de permafrost discontinuo en la cuenca del Arroyo Turbio. El área de permafrost discontinuo que será afectada por estas obras es de 300 ha lo que representa el 17% del área de permafrost discontinuo de la cuenca del Arroyo Turbio.

Los rajos Pascua-Lama, Penélope Oeste y Este, cinta transportadora subterránea y superficial, caminos de la mina afectarán 130 ha de permafrost discontinuo.

En el caso de la Escombrera El Morro, que cubre un área de 170 ha de permafrost discontinuo, es difícil predecir qué consecuencias tendrá el permafrost discontinuo a futuro, aunque podría esperarse que probablemente la cobertura adicional de escombros de varios metros de espesor, preserve el hielo.

El impacto de estas obras de infraestructura tendrá escasa incidencia sobre el permafrost discontinuo.

El desarrollo de las demás obras de infraestructura, como planta de procesos, dique de colas y otras obras de servicio, solo afectará el suelo de congelamiento estacional y el impacto será muy poco significativo.

En conclusión las obras a desarrollar por el Proyecto Pascua -Lama, en el sector argentino, no afectarán directamente a los glaciares, manchones de nieve, glaciares de escombros y el impacto sobre el permafrost discontinuo no es significativo.

REFERENCIA 2

INFORME DE AVANCE INVENTARIO DE GLACIARES DE LA CUENCA DEL RIO JÁCHAL PROVINCIA DE SAN JUAN AÑO 2012

10.1 ANALISIS POR SUBCUENCAS DEL RIO JACHAL

10.1.1 RIO DE LA PALCA

La cuenca del río de la Palca tiene una superficie de 5.569,07 km² y se ha dividido en 3 cuencas denominadas sub-subcuencas en los campos de la capa temática Glaciares.

La cuenca del río **de la Palca Superior** tiene un área de 2.263,53 km² y se han inventariado 118 cuerpos de hielo descubierto con un área total de 14,10 km², lo que representa el 0,62% del área total de la sub-sub-cuenca.

De los 118 polígonos identificados, 42 han sido clasificados como glaciares descubiertos con un área total de 9,74 km² que representa el 69% del área total de hielo descubierto inventariado, 66 manchones de nieve ó glaciaretos que abarcan un área de 2,36 km² que representan el 17% y hay 10 geoformas que no han podido ser clasificadas hasta el momento, ya que la información que se tiene no lo permite y serán clasificados próximamente. Figura 19.



FIGURA 19 RELACIÓN DE ÁREAS DE LAS GEOFORMAS INVENTARIADAS - CUENCA RÍO DE LA PALCA SUPERIOR

La Figura 20 muestra la distribución relativa por tamaño de cuerpos de hielo realizada para los glaciares descubiertos en la primera y para los manchones de nieve ó glaciaretos en la otra. Por la extensión del área de la cuenca del río de la Palca Superior, se han confeccionado dos mapas, el Mapa N° 6 para la zona Sur y el Mapa N° 7 para la zona Norte, donde se observan la ubicación geográfica de cada polígono, su clasificación de acuerdo al tipo de geoforma, y se incluyen los ríos y arroyos así como también algunos cordones montañosos de referencia.

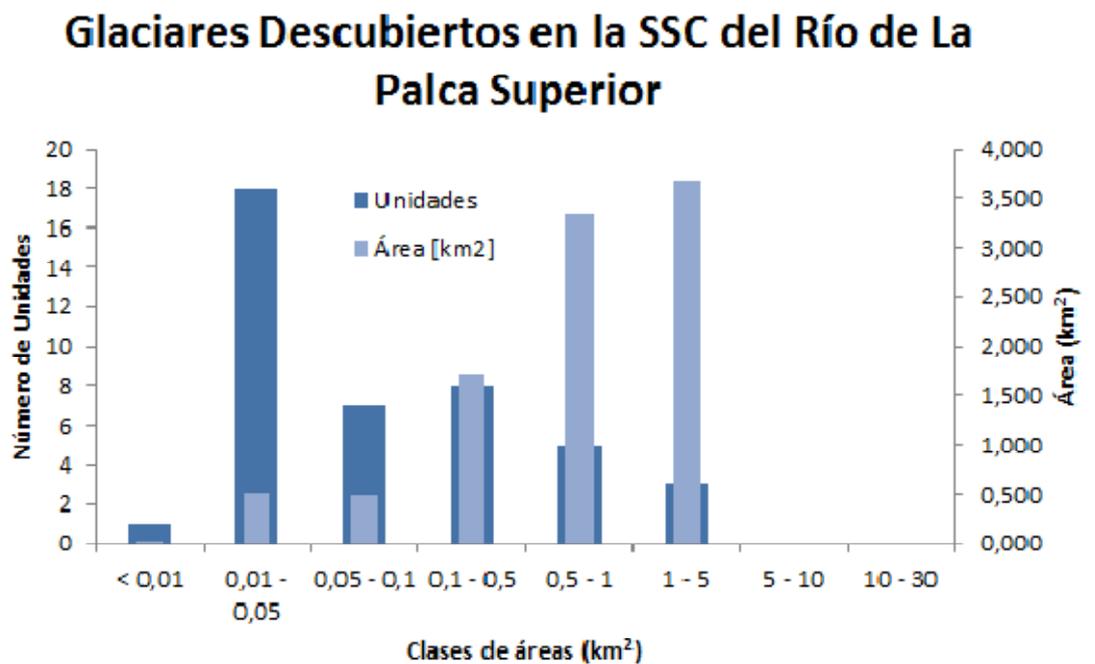
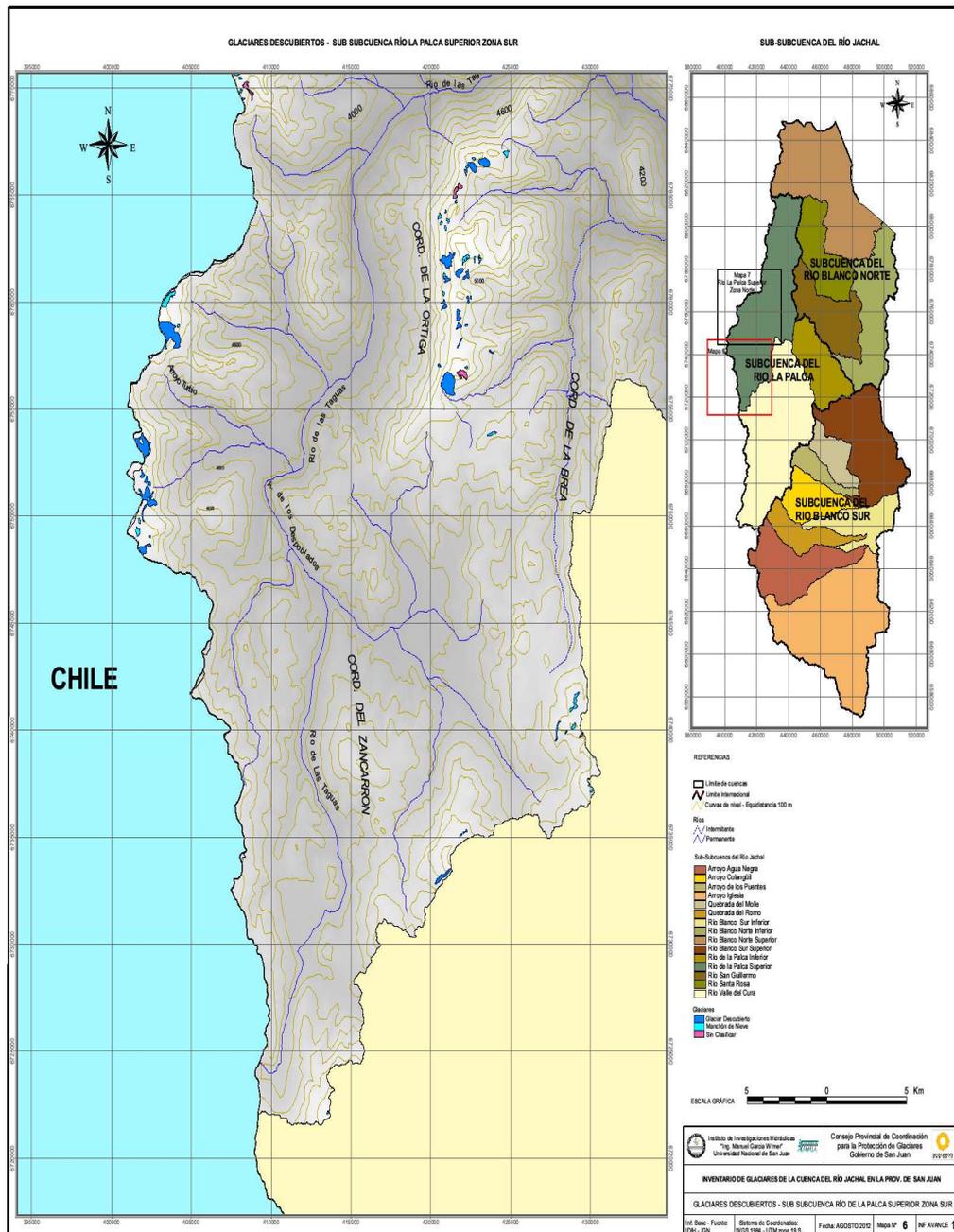


FIGURA 20 DISTRIBUCIÓN RELATIVA POR TAMAÑO - CUENCA RÍO DE LA PALCA SUPERIOR



REFERENCIA 3

RESUMEN EJECUTIVO DEL INFORME DE AMPLIACIÓN DEL ESTUDIO DE DOS GLACIARES DE ESCOMBROS, FECHA AÑO 2007

Los glaciares de escombros, consisten en una masa de fragmentos de roca y material fino en una pendiente, que contiene hielo masivo o hielo intersticial y muestra evidencias de movimiento, la cual se mueve influenciada por la gravedad. En función de su génesis pueden ser de origen glaciar, cuando están relacionados con la parte terminal de un sistema glaciar, y de talud cuando están formados por detritos y avalanchas de nieve en las pendientes de los valles. En función de su actividad se los clasifican en glaciares de escombros activos, inactivos y fósiles. Los glaciares de escombros activos muestran un significativo grado de deformación y contenido de hielo, poseen un microrelieve con lineamientos de flujo en forma de arcos longitudinales y transversales. Los inactivos pueden aún contener hielo pero no presentan movimiento, y por ello tienen vegetación. Los fósiles o relícticos, no presentan hielo ni movimiento, morfológicamente poseen una estructura colapsada, especialmente en la parte central, y tienen vegetación. De acuerdo al objetivo del trabajo, se estudió mediante calicatas y mediciones de temperatura, la estructura interna de dos glaciares de escombros para determinar la posible existencia y proporción de hielo en estas geoformas. Los glaciares de escombros denominados C17 y C18 se localizan en la cuenca del arroyo Canito sobre la ladera noroeste del cerro Pelado, en las coordenadas 29° 20' Latitud Sur y 70° 00' Longitud Oeste. El estudio fue realizado en base a fotos aéreas del año 2000, imágenes satelitales IKONOS Terra de los años 2004-2005, observaciones de campo y realización de calicatas. Los glaciares de escombros estudiados son de tamaño mediano y pequeño, poseen estructuras colapsadas, frentes con pendientes suaves y lineamientos de flujos atenuados. Se observa vegetación en la superficie y en la periferia de ambos glaciares. Estos se hallan altitudinalmente por debajo del área de permafrost discontinuo, delimitada por la isoterma de -1 °C. El día 6 de diciembre del 2006 se realizaron cuatro calicatas en los glaciares de escombros con la ayuda de una topadora y una retroexcavadora. Tres en el glaciar C17 y una en el C18. La fecha óptima para la realización de estudios de la estructura interna de los glaciares de escombros es al final del verano, pero se realizó en la fecha indicada por pedido de MAGSA, dado el avance de la escombrera Norte sobre el glaciar de escombros C17. Las observaciones realizadas en las calicatas indican que el material que conforma a los glaciares de escombros C17 y C18 es till, que es el sedimento no estratificado de origen glaciar que constituyen las morenas. Por otra parte se midieron las temperaturas a diferentes profundidades en las calicatas con el fin de obtener los perfiles térmicos, estos muestran una disminución de la temperatura según aumenta la profundidad de la calicata. Las temperaturas superficiales son del orden de los 10 °C, descendiendo hasta aproximadamente 5,5 °C a los 6 m de profundidad. Las temperaturas obtenidas en las diferentes calicatas son consistentes entre sí y confirman la ausencia de hielo hasta la profundidad mencionada. De mantenerse los gradientes térmicos observados (aprox. -0,33 °C/m en el fondo de los perfiles) no habría hielo hasta los 25 m de profundidad. Si consideramos que el espesor de los glaciares es de 30 m (C17) y 15 m (C18), puede inferirse que las geoformas no contienen hielo. Los perfiles térmicos realizados por

Golder Associates Inc. muestran una inversión en el gradiente térmico, de negativo a positivo, hacia los 10 m de profundidad. Si este fuera el caso en las geoformas C17 y C18, la temperatura mínima del perfil descendería hasta los 4-5 °C a 10 m de profundidad, para luego aumentar progresivamente, imposibilitando la existencia de permafrost.

Los glaciares de escombros estudiados presentan las siguientes características: - Estructura colapsada especialmente en su parte central, con frentes de pendientes suaves, lineamientos de flujo suavizados en el glaciar de escombros C17 y ausencia de estos en el C18. - Presencia de vegetación sobre la superficie y en las zonas aledañas. - Ausencia de una capa superior con grandes bloques y poca matriz (capa activa). - Ausencia de hielo en las calicatas realizadas. - Temperaturas a lo largo de todos los perfiles muy superiores a 0 °C. - Gradientes térmicos en el fondo de los perfiles de las calicatas que permiten inferir ausencia de hielo hasta 25 m de profundidad. - El contenido de humedad encontrado en la parte inferior de las calicatas realizadas, se debe a la infiltración del agua de fusión de la nieve que se movió hacia abajo. Las mediciones se realizaron en el mes de diciembre de 2006 cuando ya se había fusionado toda la nieve. - Posición de los glaciares de escombros fuera del límite inferior del permafrost discontinuo (isoterma de -1 °C).

En conclusión todos los factores analizados indican claramente que los glaciares de escombros estudiados son fósiles, de origen glaciogénicos, en los que el hielo ha desaparecido. El aporte de agua de la cuenca proviene principalmente de las precipitaciones y los glaciares actúan como reguladores del aporte hídrico. La escombrera actuaría de una manera muy similar al detrito de las laderas de los valles. Este detrito se congela en el invierno y se derrite en el comienzo de la estación de ablación aportando agua a los caudales provocando el mismo efecto sobre la estacionalidad del drenaje que otros depósitos detríticos en la cuenca, donde produce un desfase adicional de los derrames respecto de las precipitaciones. Con los estudios realizados hasta este momento no es posible emitir una hipótesis acerca del efecto de la escombrera sobre el glaciar de escombros relativa al balance térmico (atmósfera-suelo-gradiente geotérmico).

REFERENCIA 4

DATOS DE PRONÓSTICO, DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN - 2012

El Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan realiza todos los años el pronóstico de caudales de los ríos San Juan y Jáchal, en estos últimos años está trabajando con imágenes satelitales de cobertura de nieve en la parte alta de la cuenca, dicha cobertura de nieve varía de los meses de junio julio (época de máxima cobertura) a los meses de enero febrero, (época de mínima cobertura), esta situación está altamente relacionada con la posición de la isoterma de 0°C para diferentes fechas del año, como muestra la figura N°1

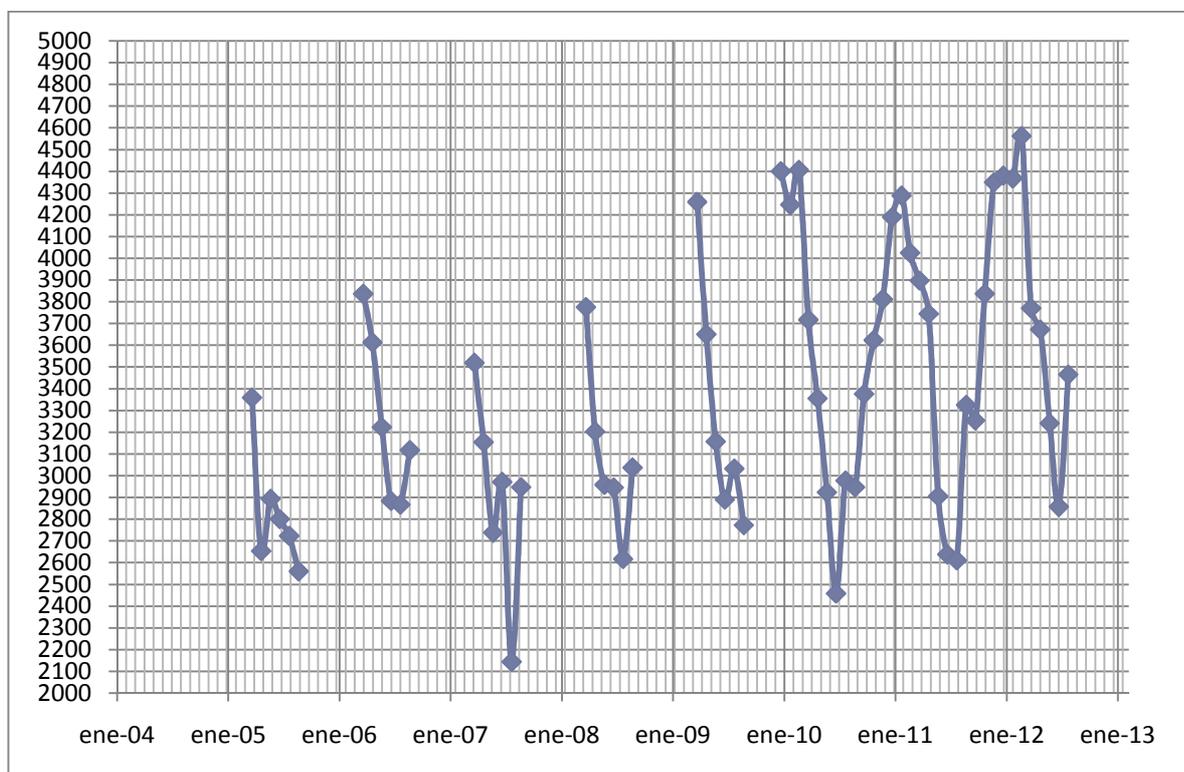


FIGURA N° 1 ALTITUD DE LA ISOTERMA DE 0°C DESDE EL AÑO 2005 AL 2012

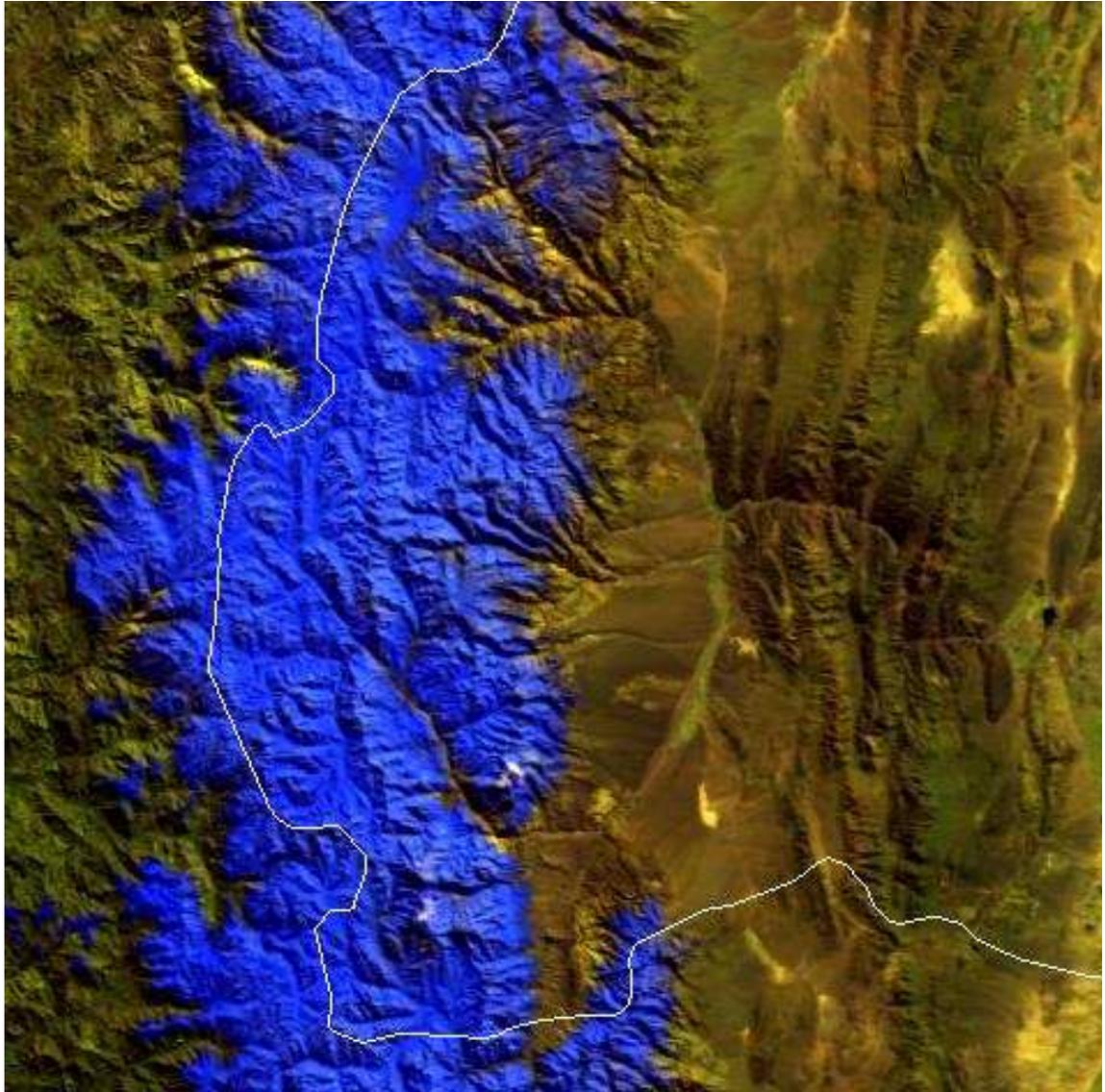


FIGURA Nº2 IMAGEN MODIS DE COBERTURA NIVAL CUENCA DEL RIO SAN JUAN 18/06/2012 - FUENTE DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA PROVINCIA DE SAN JUAN

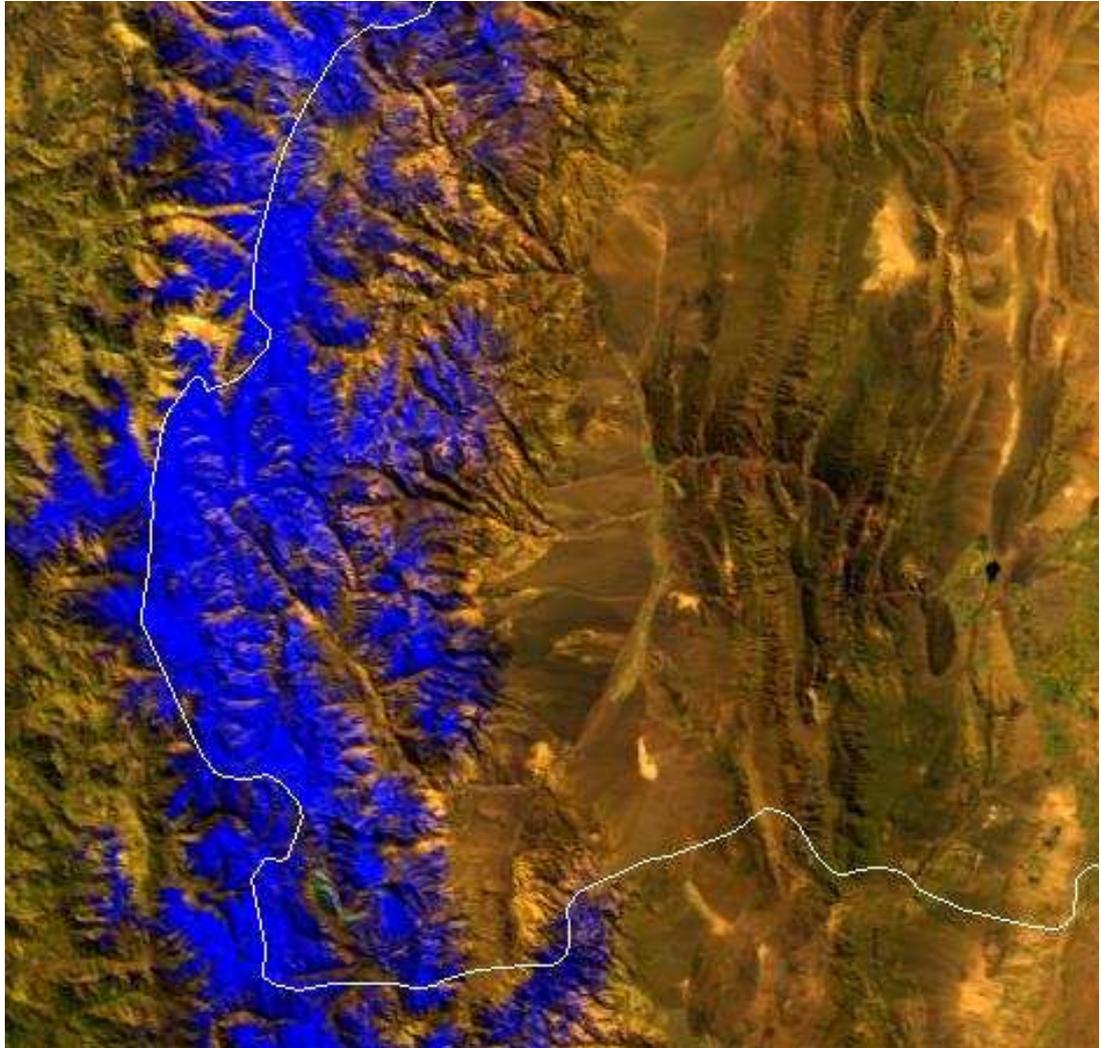


FIGURA N°3 IMAGEN MODIS DE COBERTURA NIVAL CUENCA DEL RIO SAN JUAN 30/08/2012 - FUENTE DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA PROVINCIA DE SAN JUAN

Esta diferencia del área de cobertura, se relaciona con el aumento de altitud de la isoterma de 0°C que dependiendo del año en que se trate significa una diferencia del orden de los 1.000 metros entre los 2.800 y 3.800 msnm., nieve que se ha infiltrado ó sublimado. Dichas diferencias de superficie, para la cuenca alta del río San Juan es del orden de los 4.000 Km².

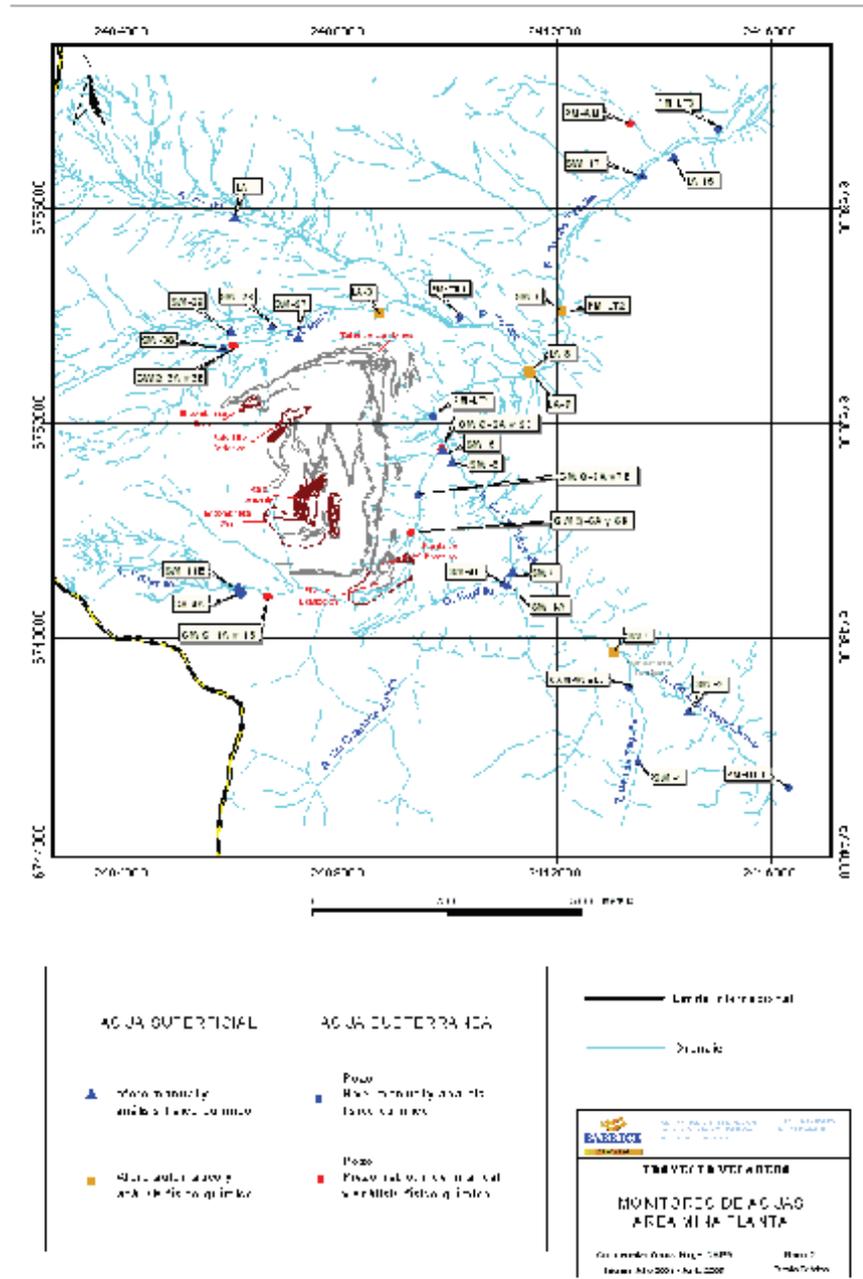
REFERENCIA 5

Informe del Estudio Ampliado del Agua 2007, EAA-2007

El Proyecto Pascua Lama se ubica en la Provincia de San Juan, Argentina, en el límite internacional con Chile, entre los 3.800 y 5.200 msnm, en las coordenadas 29º 20' Latitud Sur y 70º 00' Longitud Oeste (Plano 1.1), emplazándose tanto en territorio argentino como en territorio chileno.

El Proyecto aludido se encuentra ubicado en la cuenca del Río de Las Taguas, la cual posee una superficie aproximada de 627 km² (Plano 1.2). Desde sus nacientes hasta la confluencia con el Arroyo de Los Amarillos, se ubican nueve subcuencas hidrográficas distribuidas a lo largo del cauce a saber: 1) Taguas Superior, 2) Despoblados, 3) Guanaco Zonzo, 4) Potrerillos, 5) Arroyo Canito, 6) Arroyo Turbio, 7) Río Turbio, 8) Taguas Inferior y 9) Amarillos (BARRICK EXPLORACIONES ARGENTINA S.A. - EXPLORACIONES MINERAS ARGENTINAS S.A. - PROYECTO PASCUALAMA - TEXTO ORDENADO DEL INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL - ETAPA DE EXPLOTACIÓN - SECCIÓN 2.0 - DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE - 2.4.1 Descripción de Cuencas)

Análisis Comparativos Campañas de Monitoreo – Línea de Base Ambiental



La sección del río denominada Las Taguas inferior, corresponde al tramo comprendido desde su confluencia con el Arroyo Los Amarillos hasta su unión con el Río Valle del Cura, dando origen al Río de La Palca. Posteriormente, el Río de La Palca desemboca en el Río Blanco, el cual fluye en dirección sur hasta el Embalse Cuesta del Viento, donde nace el Río Jáchal.

HIDRODINAMICA SUBTERRANEA

Si bien la descripción detallada del fenómeno de circulación subterránea está contenida en la interpretación de los cuatro mapas equipotenciales elaborados (2002, 2003, 2005 y 2006) comentados en Capítulo 3, y en la geometría del modelo matemático, se ha creído conveniente analizar aquí el circuito completo Recarga - Circulación - Descarga en el contexto de la hidrogeología.

La recarga del sistema reconoce tanto un origen atmosférico directo como el aporte por derretimiento del manto de nieve acumulada y posteriormente del deshielo proveniente de las masas de hielo glacial y de la capa activa de los suelos estacionalmente congelados.

Comienza en la primavera y continúa durante el verano, mermando en el otoño para prácticamente desaparecer en el invierno. Geográficamente las zonas de recarga están `por debajo de la altura de la zona de permafrost, en los conos aluviales, taludes de derrubios, coluvios y en los cauces superficiales. La recarga está concentrada en los puntos donde cambia abruptamente el pendiente del terreno, como las partes altas del arroyo Turbio y Arroyo Canito. La existencia de rocas fisuradas facilita decisivamente el proceso, al igual que la concentración por pendiente cuando se trata de un sustrato de rocas acuífugas.

También la posición de los materiales acuíferos de alta permeabilidad colabora con la rápida infiltración y sustracción del agua al fenómeno evaporativo, (evaporación - evapotranspiración). Otra zona local de recarga estaría representada por los cuerpos de agua soportados en una terraza morénica (ej. morena noreste del río Turbio).

La descarga del sistema subterráneo ocurre a modo de caudal básico en los cursos de agua, de comportamiento ganador en la parte inferior de cada subcuenca, a través de las vegas y como afluencia subterránea hacia el aluvio del Río Las Taguas, con una zona preferencial coincidente con la morena noreste por fuera de la zona estricta del estudio local.

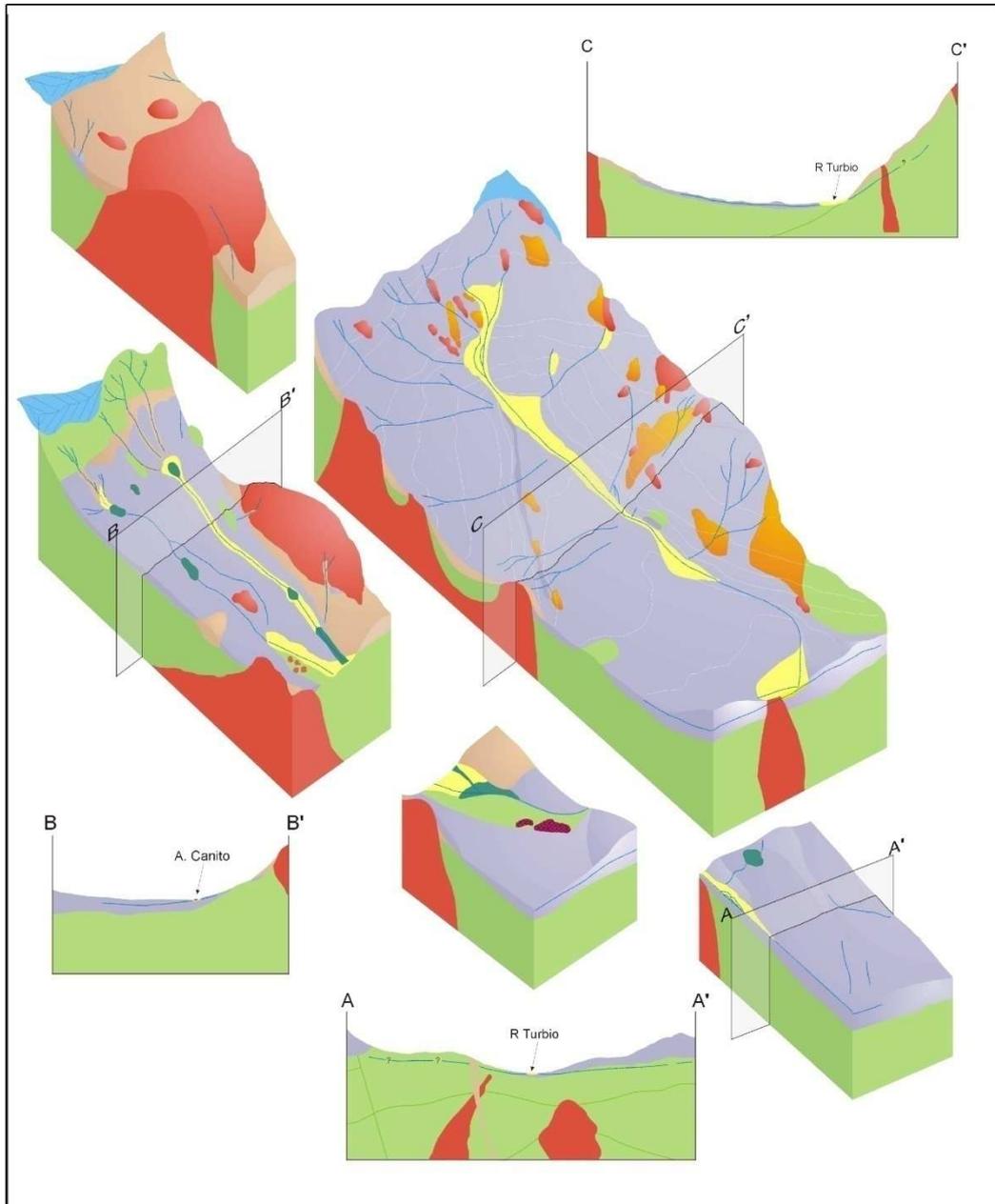
Se reconoce como área local de descarga el afloramiento natural de agua localizada en el sector inferior de la cuenca del arroyo Canito, sobre margen derecha. Existe también una descarga vertical hacia la atmósfera, condicionada por la temperatura ambiente y el tipo de flora local.

La circulación entre ambos extremos (recarga y descarga), es analizada cuali-cuantitativamente al tratar los mapas equipotenciales (isofreáticos) secuentes y los de variación de niveles de agua.

En la mayor parte del área del estudio, el sistema geohidrológico se comporta en la realidad como libre o freático. Existen localmente condiciones confinadas en puntos inferiores de algunas unidades de roca fracturada, como la parte terminal del Arroyo Canito, y con condiciones semiconfinados en el nivel inferior del aluvio del Río Turbio.

Los elementos de base que sirven de fundamento para la caracterización del medio físico y la componente activa (hidrodinámica) del sistema son los mapas estructural (Plano 2.4) e isopáquico (Plano 2.5) tomados de la información básica para la elaboración del informe EAA-2006 y reinterpretados tal como se solicitara en las observaciones.

Para ofrecer un panorama visual más completo del escenario geológico en el cual ocurren los sucesos geohidrológicos, se reproduce en Gráfico 2.1 un block-diagrama ilustrativo de la conformación del subsuelo, según cortes representativos de las variaciones espaciales y su implicancia en el circuito Recarga – Circulación – Descarga.



REFERENCIAS

 Acuífero de alta permeabilidad (Aluvio)	 Acuífero - Acuitardo (Morrenas)	 Acuífero Secundario (Roca Fracturada)
 Acuífero de permeabilidad alta a media (Derrubio)	 Acuífero (Unidades Volcánicas)	 Glaciar
 Acuífero - Acuitardo (Dep Soliflucción)	 Acuífero (Unidades Intrusivas)	 Vegas

GRÁFICO 2. BLOCK DIAGRAMA DE CUENCA

En este caso se ha optado inicialmente, por comparar los caudales erogados por las estaciones fluviométricas LA3 en el arroyo Canito, LA1 en arroyo Turbio y SW9 sobre río Las Tagüas), prefiriéndose este indicador a las alturas hidrométricas.

En el Grafico 3.1 se exhiben las curvas correspondientes a estas tres estaciones, apreciándose que la máxima amplitud, 6500 l/s, se corresponde con el colector río Las Tagüas, que a su vez es el más caudaloso ya que recoge además de su propio caudal el tributo del río Turbio.

Las ocurrencias de picos máximos marcan los momentos de deshielo. Analizando los sucesivos períodos (2002 - 2006), se aprecia el mayor pico en Noviembre del 2002, coincidente con el deshielo de la nieve acumulada en el período húmedo del invierno de 2002, coincidente con el fenómeno el Niño. A partir de los años sucesivos, la tendencia general es a la disminución de los caudales y de su amplitud.

Pero tal cual se ha señalado, se considera más ilustrativa la comparación de los caudales de los principales cursos de agua con los niveles de la superficie freática y su interpretación, a nivel de cuenca.

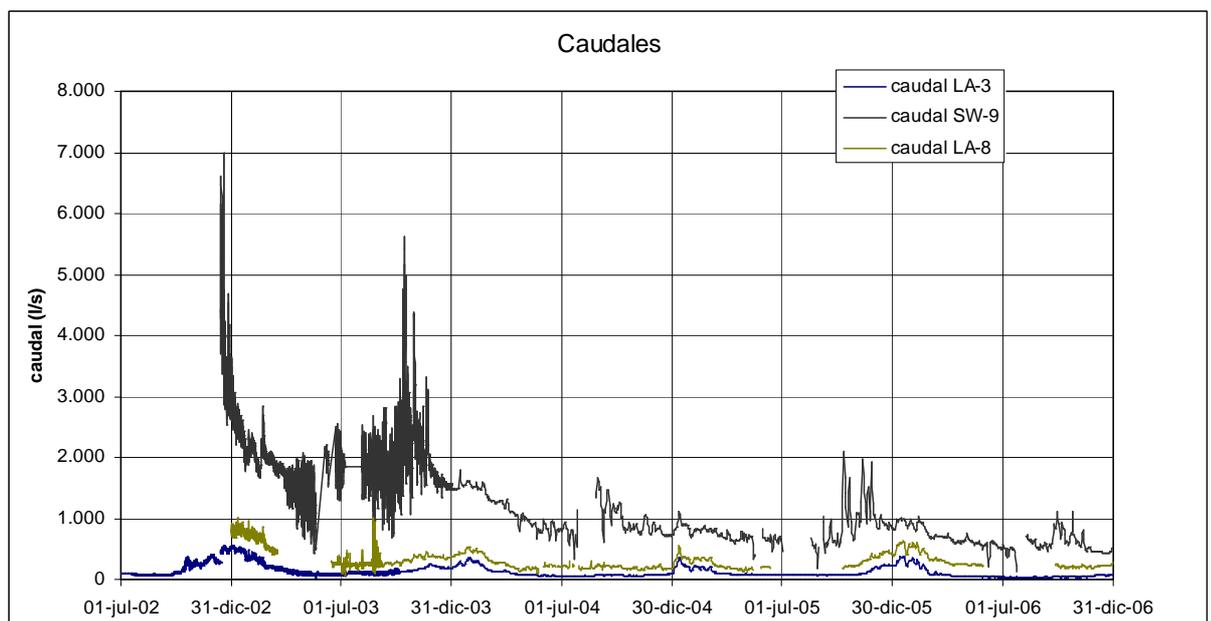


GRÁFICO 3. HIDROGRAMA ESTACIONES DE MONITOREO LA1, LA3 Y SW9

Analizando el hidrograma correspondiente a la estación LA3 con los niveles de agua subterránea en dos perforaciones, ó sondeos freaticométricos analizados en la cuenca son los nominados como GWQ-3A y 3B, el primero de ellos representativo del acuífero secundario (roca fracturada) detectada a partir de los 12 m y hasta 23 m de profundidad final. Los filtros fueron instalados desde los 12,5 m a 23 m. En el segundo caso se dispone de una perforación

representativa del acuífero aluvial, con profundidad 10 m. Ambas se ubican a unos 2,5 Km. aguas arriba de la estación LA3.

Gráfico 3.3, se aprecia, a diferencia del caso anterior, una rápida respuesta de los ascensos y descensos de los niveles acuíferos en función de los del río dentro de un mismo período hidrológico. También aunque, menos marcada, se observa una tendencia decreciente de los niveles subterráneos desde el período 2002 hasta el 2006.

Si bien se han observado diferencias de alturas hidrostáticas entre ambas perforaciones (aprox. 0,10 m) indicando una condición de semi-confinamiento. La correlación y semejanza (orden de magnitud) en la respuesta de las variaciones entre éstas y las del río señalan una importante conexión hidráulica entre el acuífero aluvial y la roca fracturada, que si bien no ocurre en el propio sector de la perforación, probablemente se localice cercanamente hacia aguas arriba.

A lo mencionado puede agregarse que a diferencia de la respuesta del sondeo RDH 330, aquí la conexión río-acuíferos es mayor, como lo refleja la amplitud de variación de los niveles piezométricos/freáticos observados y la rápida respuesta ante crecidas como la ocurrida durante el verano del 2004, superando inclusive a las del año 2003.

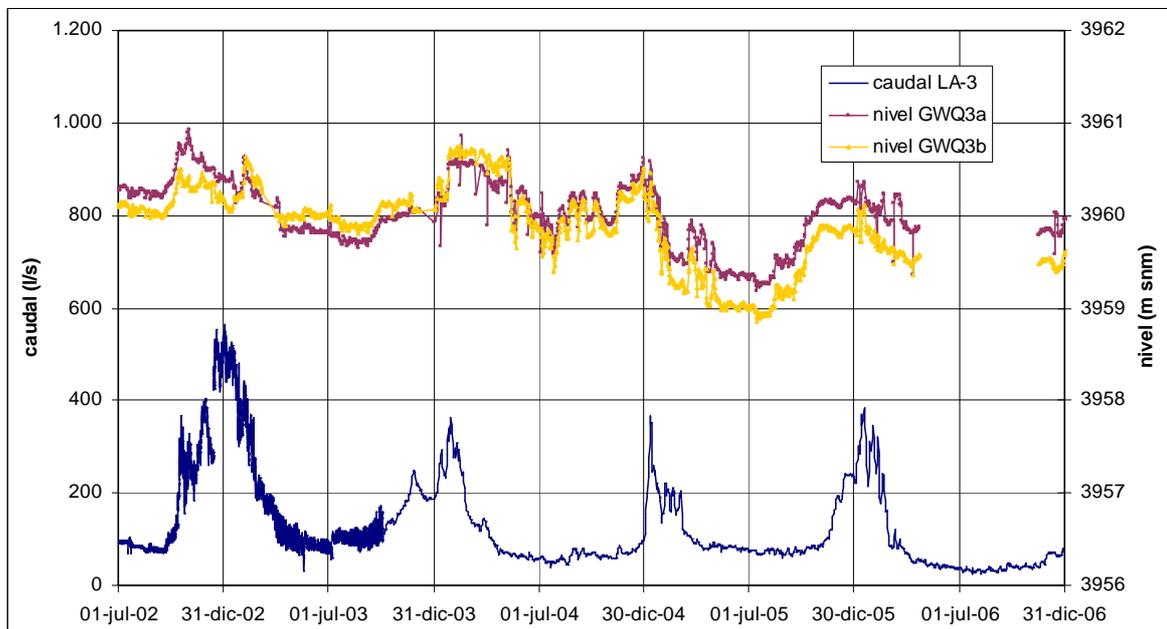


GRÁFICO 4. NIVELES GWQ 3A, GWQ 3B Y CAUDALES LA3

El sondeo GW10 BC se halla localizado en el vértice de la confluencia de estos arroyos, siendo representativo del efecto conjunto de ambas cuencas. El perfil litológico se inicia en aluvio hasta los 23 m, con un nivel arcilloso de 10 a 12 m, y roca a partir de los 23 hasta 60 m. Los filtros fueron ubicados desde los 30 a los 60 m de profundidad, siendo representativo consecuentemente del acuífero secundario en el macizo rocoso fracturado.

Para su análisis y vinculación con las aguas superficiales se lo cotejó con las estaciones LA3 y LA8, como se muestra en Gráfico 3.4. La estación de aforo LA8 ubicada sobre el Río Turbio, próxima a su desembocadura en el Río de Las Taguas, posee una importante cantidad de registros históricos aunque en forma interrumpida como puede visualizarse en el gráfico. Comparando esta estación con la LA3 existe una muy buena correlación de los caudales, indicando consecuentemente el similar comportamiento que tendrían las cuencas del los arroyos Turbio y Canito.

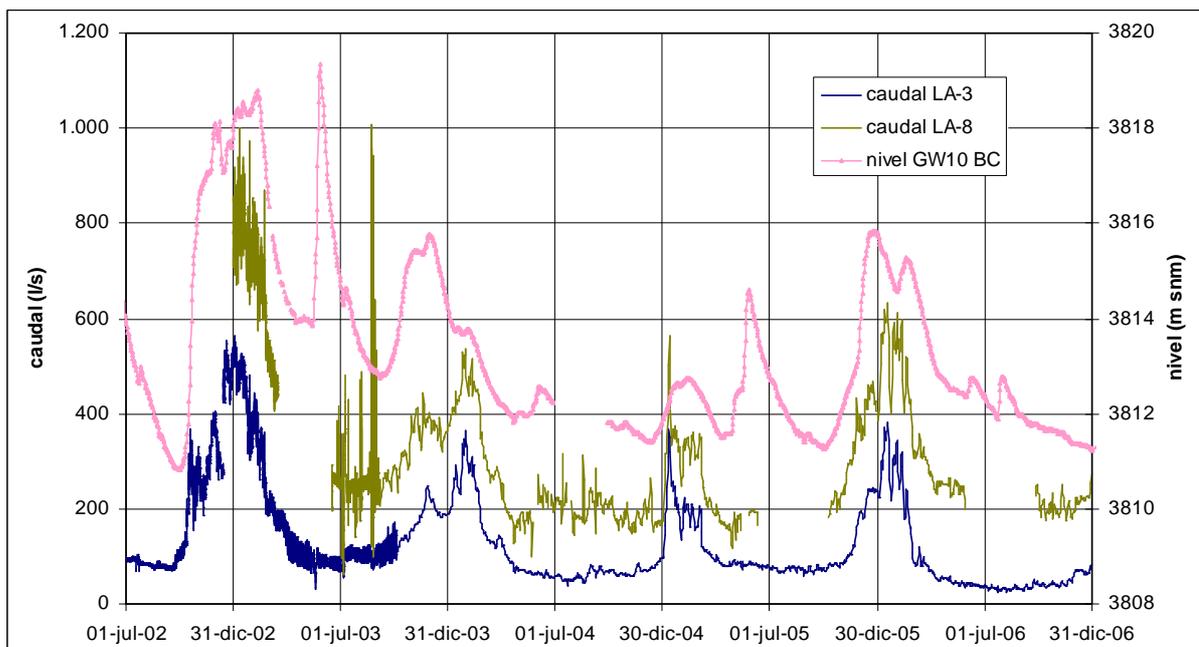


GRÁFICO 5 NIVELES GW10 BC Y CAUDALES LA3, LA8

Considerando el lapso julio 2002 a diciembre del 2006, la profundidad del nivel de agua se ubica en el orden de 9,6 m a 17,7 m y consecuentemente la amplitud de variación es muy importante, llegando hasta 8 m. Las alturas máximas ocurrieron en febrero y mayo del 2003, cota 3819.35 msnm, y las mínimas en octubre 2005 con cota 3811,34 msnm, aunque también se reiteran en otros años según se aprecia en el gráfico.

Analizando ambos hidrogramas y los freaticogramas se aprecia una buena correlación, similar a la observada en los sondeos GWQ-3A y 3B, evidenciándose una importante conexión hidráulica y consecuentemente la recarga y descarga del sistema subterráneo. Como contrapartida, se identificaron picos de ascenso durante los meses de junio, desde 2003 hasta 2006, no coincidentes con la magnitud de los caudales observados para tales períodos.

MECANISMOS DE RECARGA Y CARACTERIZACION DE LOS ACUIFEROS

Cuando se trata de evaluar los mecanismos que posibilitan la existencia de agua subterránea en una cuenca hídrica y previamente a la caracterización de los acuíferos integrantes de un sistema, debe analizarse la componente climática por constituir en la mayoría de los casos y/o a lo largo del tiempo, el principal factor que condiciona la recarga de estos sistemas. Otro factor que también regula la recarga de los acuíferos en esta situación específica, cuenca de los Arroyos Turbio, Canito y Río Turbio, es la presencia de glaciares que aportan de manera temporalmente diferida, y también la influencia de la capa activa de suelos estacionalmente congelados.

CLIMATOLOGÍA

El área que involucra la cuenca del Río Turbio se caracteriza por un clima de tundra de alta montaña, con altitudes superiores a 4000 msnm. Las temperaturas máximas no superan en general los 10° C durante el verano y en invierno pueden alcanzar hasta -30° C.

El análisis de estaciones meteorológicas distribuidas dentro del proyecto Pascua Lama, SML-1 en el área del Río Turbio, y próximas como VM-1 en Campamento Veladero, VM-3 en Quebrada Potrerillos, SM-1 en frontera y El Indio en territorio chileno, permitió caracterizar el clima, que como es conocido, es de régimen netamente pacífico.

Las precipitaciones, casi exclusivamente de tipo nival, ocurren durante la época invernal. Excepcionalmente durante el verano pueden ocurrir en forma de lloviznas, siendo prácticamente despreciables cuantitativamente respecto a las primeras mencionadas.

Estimaciones de precipitación anual acumulada en la estación del Río Turbio arrojaron valores de 149,9 mm para el año 2000, 174,4 mm en 2001, 477,4 mm durante 2002 y 107,5 en el 2003.

Comparando estos valores con los contemporáneos correspondientes a la estación El Indio, existe una cierta similitud resultando en Lama aproximadamente un 10% superiores. Registros extremos de precipitación nival, como equivalente en agua en la estación El Indio, exponen valores desde mínimos del orden de los 27 mm en el año 1981, hasta máximos de 740 mm durante 1987.

Los procesos consuntivos (evaporación) constituyen, a pesar de las bajas temperaturas, una importante variable de salida de agua de la cuenca, especialmente por la componente sublimación directa de nieve y hielo. Su estimación se realizó mediante el estudio de información recabada de las variables meteorológicas y en el tanque evaporimétrico ubicado en la estación meteorológica VM-3.

Los resultados obtenidos indican tasas del orden de 1000 a 1200 mm/año, dependiendo de la altitud. Considerando la escasa densidad de cobertura vegetal en el área y su carácter xerófito, ambientado a climas totalmente extremos, el efecto depletivo de la transpiración es mínimo. Localmente la vegetación hidrófita/mesófita está restringida a sectores de afloramientos de aguas naturales como las vegas, de escasa relevancia en términos cuantitativos de evapotranspiración.

El cuadrante de viento predominante para las estaciones mencionadas es NW, a excepción de la ubicada en el Río Turbio (SML-1) donde prevalecen los del cuadrante WNW. En general, las velocidades medias suelen superar los 6 m/s.

RESERVAS CRIOSFÉRICAS Y SUELOS PERMAFROST

En primer lugar se consideran los fenómenos de nieve y glaciares blancos. Los glaciares constituyen reservas de agua superficial, condicionada su movilización de acuerdo a las particularidades climáticas del año hidrológico.

Durante los meses de primavera y verano, la nieve sufre un derretimiento supeditado a condiciones climáticas tales como temperatura, horas de insolación y velocidad del viento, aportando caudales a arroyos que se encauzan hasta conformar cursos principales, o bien, se insumen pasando al dominio del régimen subterráneo.

El derretimiento de la nieve se inicia normalmente en el periodo octubre/noviembre, produciendo el incremento en los caudales de los cursos y elevación de los niveles de agua subterránea. Avanzado el verano, durante los meses de enero y febrero, se registran los máximos picos de crecida de los ríos y de ascenso de la superficie freática, relacionado a la combinación de la contribución de los deshielos de los glaciares y la descarga de agua almacenada en acuíferos subterráneos.

En segundo lugar se considera el rol del permafrost o los suelos congelados. Los suelos congelados en estado de Permafrost, no poseen un rol activo dentro del ciclo hidrológico. Solamente la capa activa de suelos estacionalmente congelados podría estar participando en la recarga del agua subterránea y el drenaje superficial, dependiendo de la humedad de esta capa y su nivel de derretimiento por absorción de energía atmosférica.

Se representan en Plano 5.1 las áreas asignadas de manera tentativa con mayor (probable) o menor (posible) predominio de estos rasgos de las llamadas reservas criosféricas, en el estado actual del conocimiento.

DISPONIBILIDAD SUPERFICIAL

En la cuenca del río Turbio, si bien no aparecen grandes lagos que oficien como áreas de aporte permanente, aún en períodos hidrológicos secos, pueden localmente existir lagunas efímeras o transitorias que contribuyan a la recarga de los acuíferos.

Un claro ejemplo se halla en el sector este, sobre margen izquierda del río, en el cual se ubica una laguna de aproximadamente 1,8 Hm² denominada localmente La Morena. Analizando los mapas equipotenciales para diferentes años, puede apreciarse que el aporte posible desde este cuerpo de agua, si su lecho mantiene un carácter permeable, podría condicionar el flujo subterráneo (límite positivo) obrando a modo de divisoria de aguas subterráneas entre la cuenca y su vecina al noreste.

Otras unidades hidrológicas de importancia por su distribución y contenido biológico son las vegas. Constituyen a diferencia de los anteriores, áreas de descarga sujetas a cambios estacionales anuales e incluso plurianuales, en función de su ubicación dentro de la cuenca y génesis de la manifestación (sean: freáticas, semiconfinadas, stratigráficas, o por fisuras).

HIDRODINÁMICA DE ACUÍFEROS: RECARGA, CIRCULACIÓN Y DESCARGA

Al igual que sucede en la mayoría de las cuencas hidrogeológicas similares a la aquí analizada, la recarga de agua subterránea ocurre fundamentalmente en los sectores superiores de la cuenca.

La principal diferencia del área objeto respecto a cuencas que carecen de glaciares y suelos con capa activa de hielo estacional, es que la recarga puede prolongarse aún en períodos de escasa precipitación, alimentadas por el agua que se moviliza como producto del deshielo.

Sin embargo, la existencia de permafrost también puede dificultar físicamente el ingreso de agua hacia el sistema subterráneo, favoreciendo consecuentemente el escurrimiento superficial, o flujo en la capa activa, hasta una altura debajo del permafrost donde el agua puede infiltrar al sistema subterráneo. Es importante notar el efecto que producen los suelos permafrost, el cual suele ser diferente sobre las laderas meridionales respecto a las septentrionales.

En el área de estudio los glaciares se ubican únicamente sobre las divisorias del sector oeste, límite con Chile, a una cota normalmente superior a los 4800 msnm.

Las zonas de recarga se emplazan por lo general por debajo de la cota 4.200 msnm. Encima de esa cota los afloramientos son prevalentemente acuífugos y muchos de los suelos están en el estado de permafrost.

El agua de recarga infiltra hacia el medio poroso y la roca fracturada, en la parte alta de las cuencas Arroyo Turbio y Arroyo Canito, aguas abajo de la zona de permafrost.

Hay que tener en cuenta que rocas intrusivas/granitos de la cuenca del Arroyo Turbio o volcánicas en el Arroyo Canito, suelen estar asociados a áreas de fracturación y/o diaclasamiento, que hacen que en sectores definidos funcionen como acuíferos secundarios - fisurados - de buena permeabilidad.

A esta condición debe sumársele que en una gran extensión se encuentran cubiertas por material de alta permeabilidad primaria, permitiendo una rápida infiltración del agua de deshielo y originando pseudo-acuíferos, que descargan localmente en forma de manantiales o encuentran sectores preferenciales de insumición, pasando de esta forma al dominio subterráneo fisurado e inclusive lateralmente al medio poroso, como el caso de acuíferos aluviales y morenas, principalmente.

REFERENCIA 6

INFORME DEL ESTUDIO AMPLIADO DEL AGUA 2007, EAA-2007

OCURRENCIA DEL PERMAFROST Y DE LA CAPA ACTIVA

El Permafrost se define como una condición térmica por la cual la temperatura del terreno se mantiene bajo 0°C durante más de dos años seguidos. Este no necesariamente debe asociarse con la existencia de hielo. Su presencia usualmente se vincula a temperaturas de aire anuales medias por debajo de los -2°C en las regiones montañosas como el noreste de la Cordillera de los Andes en Argentina.

El permafrost en sí no se descongela estacionalmente; solamente la capa superior que está sujeta a variaciones estacionales de la temperatura atmosférica puede producir deshielos hasta una profundidad de algunos centímetros o metros. Se la denomina Capa Activa y es definida como la capa del suelo o roca que se descongela estacionalmente a una profundidad variable y volviendo a congelarse en el invierno.

Asociada a la zona de permafrost suele observarse la ocurrencia de criofomas, geoformas con contenido de hielo actual o bien contenido en el pasado. Las criofomas incluyen glaciares de roca y otras geoformas relacionadas. Dentro de su estructura usualmente se encuentra una capa activa por encima de la zona en estado de permafrost.

En las zonas de permafrost se encontraría la capa activa que usualmente tiene un espesor de entre 1 y 5 metros, dependiendo del gradiente térmico en el terreno, el cual a su vez se manifiesta en función de la altitud y la orientación de la ladera.

La cantidad de hielo o humedad de la capa activa depende de la porosidad del medio, por lo tanto en roca tiende a ser pobre y en suelos porosos puede almacenar mayor cantidad. El contenido de agua esperado en la capa activa, en el valle Turbio-Canito es del 1% a 5%, expresado en volumen, valor bajo debido a que esta desarrollado en roca y suelos de pequeño espesor.

Esta modelación es consistente con las observaciones de ocurrencia de permafrost en el proyecto de la mina Veladero realizado por BGC Engineering (2005). BGC examinó un total de 26 registros de testigos de perforación, cortes de camino y voladuras a fines de Junio de 2005. Ninguno de estos sitios mostró un contenido apreciable de hielo. Además en la zona de Pascua-Lama, diversas calicatas pequeñas excavadas hacia la capa activa (congelada en invierno) mostraron algunos cristales de hielo esporádicos rodeando los clastos. Sin embargo, no se descubrió hielo masivo en el suelo. En base a estas observaciones, se estimó un contenido de hielo promedio de 3% en la capa activa.

HIDROLOGIA DEL PERMAFROST

El agua de infiltración, debido a la fusión de la nieve, es almacenada por los suelos en la capa activa de permafrost. En época de deshielo y en el verano el agua líquida discurre en la capa activa para luego descargar a los cursos superficiales y al medio subterráneo en la zona gradiente abajo de las áreas de permafrost.

Las unidades de permafrost regulan los caudales de agua por medio de dos mecanismos: las tasas de fusión y las características hidráulicas de los suelos. En este subsistema se produce una pequeña cantidad de agua que egresa por el fenómeno de sublimación desde la capa activa del permafrost, evaluada en el sistema global.

En las zonas de probable permafrost es de esperar que la escorrentía de deshielo sea relativamente rápida otorgando el potencial para que el recongelamiento proporcione una capa impermeable en la superficie o cerca de ella. La escorrentía será considerablemente más complicada en las áreas de probable permafrost, presentando una esperable distribución discontinua.

La fuente principal de escorrentía es el deshielo, debido a la casi nula ocurrencia de precipitación durante el verano. La respuesta inicial será relativamente rápida y luego declinará a medida que la capa activa adquiera mayor espesor (y simultáneamente incrementará el almacenamiento en la cuenca). Una máxima secundaria puede ocurrir después del deshielo debido al derretimiento de hielo glacial en los tramos superiores de ambas cuencas. No obstante, no se anticipa una máxima secundaria proveniente del derretimiento de hielo del suelo. Debido a la casi inexistente ocurrencia de precipitación durante el verano, se espera que el drenaje de agua subterránea deje sin saturar a una buena parte de la capa activa antes del congelamiento. La radiación solar extrema y la evaporación contribuyen aún más a las condiciones de baja humedad en la capa activa.

Se concluye que el rol del permafrost en Pascua-Lama debería ser considerado en el contexto de Dingman (1973). Según este autor, ejerce una influencia indirecta en la hidrología de cuencas en el sentido de restringir el flujo de agua subterránea hacia el cauce y proporcionar una superficie impermeable que conduce rápidamente una alta proporción de deshielo infiltrante hacia el mismo cauce.

REFERENCIA 7

MONITOREO DE GLACIARES DEL PASO DE CONCONTA SEPTIEMBRE DE 2008

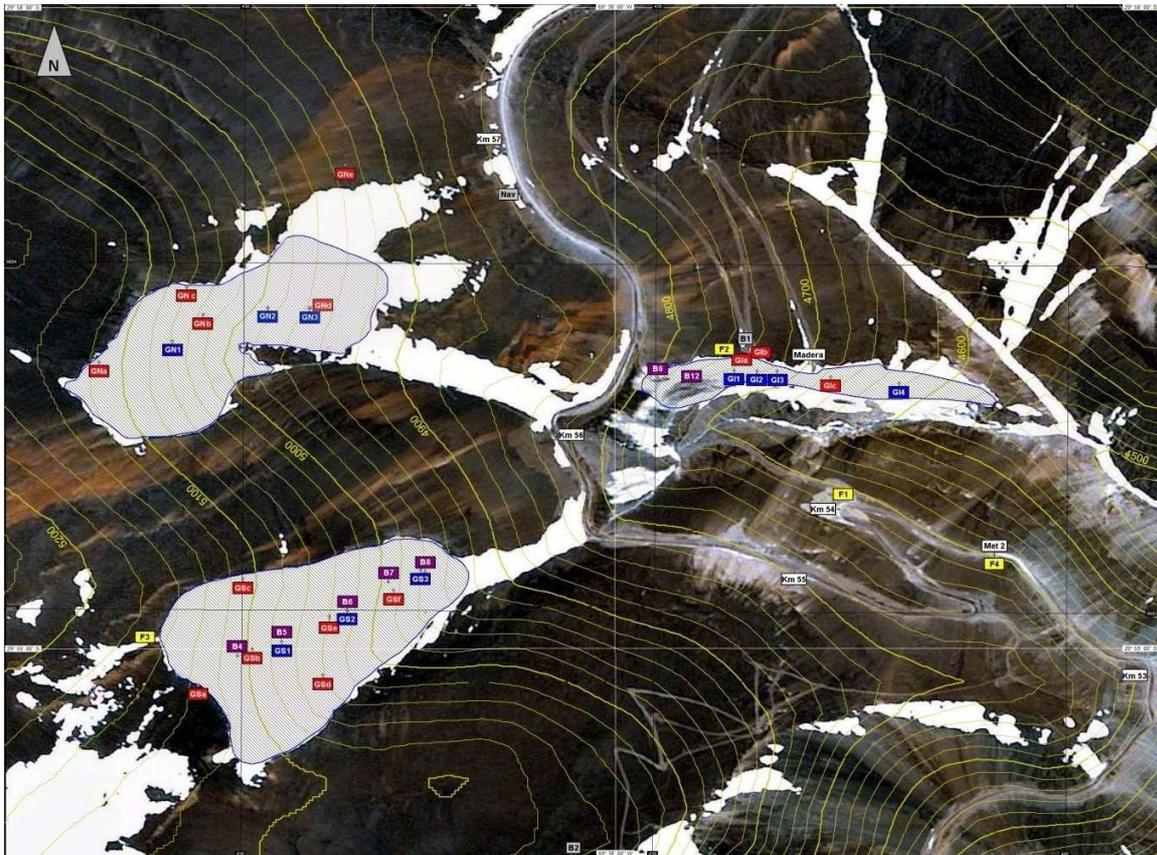
Este Informe fue realizado en el marco de un convenio de asesoría técnica firmado entre las empresas BEASA y MAGSA con el CONICET para cumplir con los requerimientos de gestión ambiental emanados de la autoridad minera de la Provincia de San Juan. La zona de estudio es el área ocupada por el sistema glaciario Almirante Brown y alrededores, situado en la Cordillera de Colangüil, Provincia de San Juan, Argentina. Comprende a los glaciares

Brown Inferior, Brown Superior y Norte, de 2, 22 y 14 hectáreas respectivamente, y sus neveros circundantes, seleccionados por su cercanía al camino minero entre Tudcum a la Mina Veladero. Este Informe no constituye un informe de impacto ambiental sino un conjunto de mediciones y conclusiones relativas al estado y posible evolución de los cuerpos glaciales mencionados.

OBJETIVOS, FINALIDAD Y ALCANCE

Los objetivos de este estudio son:

- Determinar por medios geodésicos y geofísicos, en la medida que las condiciones superficiales lo permitan, las características geométricas (perímetro, superficie y volumen actuales) de los cuerpos glaciales principales del sistema Conconta aledaños al camino minero, expresarlas batimétrica y topográficamente, y presentarlas en una nueva cartografía local.
- Determinar el balance de masa de estos glaciares para el año glaciológico 2007-2008, por el método glaciológico clásico, incluyendo calicatas nivométricas e implantación de balizas.
- Evaluar los informes de estudios anteriores de las consultoras Golder y Área Geofísica Eng (AGE), y referir a ellos los nuevos resultados a efectos de establecer la evolución de los glaciares durante los diferentes períodos de estudio, en cuanto metodológicamente fuera posible.
- Hacer un extenso monitoreo fotográfico con el objeto de documentar fehacientemente sus condiciones durante la ejecución de las campañas de trabajo.
- A la luz de estos resultados, hacer un diagnóstico de la situación actual de los glaciares, y efectuar las recomendaciones del caso para su protección y seguimiento de su evolución.



El monitoreo abarca toda el área ocupada y de influencia del sistema glaciar Brown. La frecuencia de los estudios es anual y en los momentos en que las condiciones meteorológicas lo permiten. Este estudio no constituye un informe de impacto ambiental sino un conjunto de mediciones relativa al estado y evolución de los glaciares. La finalidad de estos objetivos es responder a los requerimientos de gestión ambiental emanados de la autoridad minera jurisdiccional

3.4.1. DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA

El terreno circundante a los glaciares es de detritos mal seleccionados que constituyen mayormente un *till* basal fino al pie y a los lados de los tres glaciares, ligeramente lobulado en algunas zonas y ausencia de morrenas, con bloques angulosos medianos en la parte alta de los glaciares Superior y Norte. Esto evidencia que se trata de restos de un sistema mayor, antiguamente integrado, con muy baja movilidad por las bajas pendientes cismontanas de esta parte de la Cordillera de Colangüil.

Las zonas englazadas sobre estos terrenos se distribuye en tres tipos de cuerpos: dos cuencas glaciares típicas de ladera, que son las partes proximales de los glaciares Superior y Norte; dos segmentos alongados, que son las partes distales de sendos glaciares; y un glaciar "de viento" o "de barranco" que constituye el Glaciar Inferior. Estas zonas ya fueron reportadas y numeradas por Área Geofísica Eng. (AGE) en su estudio anterior y se procede ahora a su caracterización glaciológica.

Las cuencas proximales pueden clasificarse como *glaciares de montaña (mountain glaciers)* por su ubicación en altura, zona de acumulación bien definida y escasa lengua efluente. Sus bajas pendientes determinan un flujo lento y en consecuencia un mayor espesor del glaciar. La ausencia de grietas evidencia pocas tensiones importantes, y por ende de un flujo notable que las provoque. Otra evidencia del bajo flujo la da que en ninguno de estos pequeños glaciares existe rimaya, grieta proximal junto o cercana al borde superior, a lo que colabora la ausencia de un borde rocoso.

El Glaciar Brown Inferior apenas si puede considerarse un verdadero glaciar. A fin de la estación de ablación queda reducido a un bloque de hielo en la umbría Sur de un lomo orientado W-E que desciende hacia el río, sometido a la re-radiación de onda larga de la ladera solana Norte opuesta.

Este glaciar Brown Inferior cabe ser clasificado como *glaciarete (wall-side o cliff glacier)*, y seguramente tiende a desaparecer. Al igual que los otros, a fin de la estación de ablación este glaciar queda separado en dos segmentos, con la porción distal constituida sólo por penitentes. Las partes distales alongadas de los glaciares Superior y Norte quedan constituidas exclusivamente por penitentes y se separan de las cuencas proximales hacia el fin de la estación de ablación. Eventualmente algunos años pueden desaparecer, como lo demuestran las imágenes Landsat del pasado reciente. Por quedar separadas de las porciones mayores, estas partes distales deben considerarse entidades glaciales aparte, y prácticamente deberían ser considerados neveros semi perennes, pues algunos años llegan a desaparecer en su totalidad y otros permanece un resto.

Probablemente la inflexión de esto sea muy reciente pues la imagen Landsat de abril de 1986 (fin de la estación de ablación) del informe Golder presentaba las partes distales completamente integradas a las proximales. En ese año, los glaciares del Cajón del Rubio (300 km al SSW, la misma altitud y orientación umbría) que estudia el IANIGLA desde hace 30 años evidenciaron acumulación media y balance negativo, con un acumulado en franca caída hasta el presente. En la imagen Landsat 2005 del informe AGE las partes distales de los glaciares Superior y Norte casi han desaparecido.

Esto permite afirmar que el carácter de neveros que se asigna hoy a las partes distales Superior y Norte, es por el momento irreversible, al menos en el futuro inmediato y con las condiciones climáticas actuales. La parte distal Inferior, protegida por el borde barrancoso, permanece más, y siendo conservadores aún puede considerársela una porción discontinua del glaciarete proximal.

En la discontinuidad entre la porción proximal y distal de los glaciares Superior y Norte circula agua, que en la noche congela como hielo lechoso directamente sobre el *till*, que constituye la mayor parte de su longitud, que se ubica en una zona abierta. En cambio la zona distal del Glaciar Superior está más confinada en una depresión. Este enclavamiento determina que tenga penitentes más altos, algunos años invadidos por incisivas entradas laterales desde la ladera solana, causadas por rerradiación de onda larga (ver mapa y fotografías de la Zona 3 de AGE en su informe) que terminan escindiendo a este nevero en varias islas a fines de la estación de ablación.

Hasta aquí entonces lo morfológico. Dinámicamente, las partes proximales de los glaciares Superior y Norte entran en la clasificación de glaciares *pasivos*, con una escasa actividad en sola respuesta a su alimentación estacional. Esto queda demostrado también por la sensible constancia del balance de masa específico con la altura, es decir con un índice de actividad que estadísticamente no puede descartarse que sea nulo. Se trata por lo tanto de glaciares en retroceso.

El Glaciarete Brown Inferior puede considerarse un *glaciar inactivo*, pues si bien recibe precipitaciones invernales, su escaso espesor le impide responder con un flujo perceptible, y lo más probable es que se trate de una huella relíctica del paleosistema, actualmente escindido en dos porciones. Como conclusión de valor, puede afirmarse que sólo las porciones proximales de los dos glaciares mayores obedecen a las definiciones académicas de *glaciar*, y con reservas tal vez la parte proximal del Glaciarete Brown Inferior.

Un glaciar es el resultado del clima y la topografía, pero estos factores no sólo determinan la *tasa* de acumulación y la de ablación, y por ende sus efectos contrapuestos para determinar el balance; sino también el *modo* en que estos procesos se producen. El penitente es una forma de ablación particular de los Andes Centrales y de otras muy pocas partes del mundo donde existe una separación marcada entre una estación de precipitaciones y una estación seca soleada. En esas condiciones se combinan una muy baja humedad del aire dada por la continentalidad, con la incidencia de una fuerte radiación solar asociada a la altura y la latitud, y con el punto de rocío por debajo de 0°C, lo que determina la sublimación. En el complejo proceso de formación de los penitentes, la nieve y el hielo se subliman en vapor de agua, requiriendo la suma de los calores latentes de fusión y de evaporación, esto es $540 + 80 = 620$ Kcal/kg, mientras la fusión pura sólo consume las 80 del segundo término. Como la fusión requiere sólo de radiación y no de aire seco para recibir el agua, esta se produce primero y su percolación produce pequeños huecos que conspiran contra su continuación al aumentar el ángulo de incidencia de los rayos solares; dando paso a la sublimación, proceso más lento que consume mucha más energía a cambio de menos pérdida de masa. A medida que se agotan las partes expuestas a la fusión por radiación, los penitentes apuntan al trópico y no producen sombra, esculpidos hacia abajo por la combinación de rápida fusión inicial y lenta sublimación después.

Este consumo de mucha energía a cambio de poca masa hace que los penitentes actúen como "protección" de los glaciares contra la ablación. En términos evolutivos, que como concepto amplio no alcanza sólo a los seres vivos, los penitentes son una verdadera "conducta de supervivencia" que logra que en algunos lugares los glaciares persistan, y es precisamente por ello que existen. Parece todo un designio que fuera Darwin quien primeramente los describió al mundo científico, tras descubrirlos en su paso desde Valparaíso a Mendoza por el Paso de Piuquenes. Otra característica de la ablación de estos glaciares es la notable formación de hielo superpuesto, hielo lechoso como el anteriormente referido que aparece en forma de terrazas que tapiza los fondos de los huecos de los penitentes, disminuyendo la percolación, conduciendo el agua por un camino superficial más largo y expuesto a la congelación nocturna, y evitando así el transporte de energía al interior y base del glaciar. El hielo superpuesto no se considera ablación neta porque no sale del glaciar; por el contrario, desplaza hacia abajo la línea de equilibrio, que es bajo la cual comienza efectivamente la ablación neta. La ablación que se produce por arriba de la línea de equilibrio no es neta, pues solo afecta a la nieve del año. Así, la presencia de penitentes hace que el agua quede atrapada y el hielo superpuesto se disponga en terrazas dentro de los canales. La cobertura de penitentes es entonces un factor importante en la incidencia del glaciar como recurso hídrico, pues baja la vulnerabilidad ambiental. La conclusión de valor para este estudio es que el sistema Conconta consta de pequeños glaciares resistentes a la ablación, de relativamente baja fragilidad ambiental. Este factor de bajo impacto actúa de dos modos: cualitativamente por tratarse de nieve penitente, y cuantitativamente por ser cuerpos pequeños, situación extensiva a toda la vertiente oriental de la Cordillera de Colangüil en su aporte hídrico a la cuenca del Río Jáchal.

CONCLUSIONES GENERALES

Se ha convenido, cuando se dice *estado actual*, en un estado medio del sistema glacial del Paso de Conconta, válido para la década 2003-13. Este se toma como referencia para los estudios realizados, y se adopta como representativa la imagen que exhibe el sistema Google Earth a la fecha de elaboración de este informe, correspondiente a la primavera de alguno de los últimos años. De los siete cuerpos glaciales que constituyen el sistema, puede concluirse que dos de ellos constituyen *glaciares de montaña*, de régimen *pasivo*: son las porciones proximales (cabeceras) glaciares denominados Glaciar Brown Superior y Glaciar Norte. Ambos presentan un desnivel de 250 m, y están orientados al Este. Miden respectivamente 27 y 23 ha como potencial actual (es decir el estado de referencia media actual definido más arriba, que varía con los años). Pero estos dos glaciares, juntos, sumaron 35 ha a fin del año glaciológico 2007-2008, es decir tuvieron una merma de superficie de una tercera parte del estado de referencia. Por ser glaciares de montaña poseen su lengua efluente poco desarrollada, aunque presentan frentes definidos. Estos frentes se encuentran a la mano derecha orográfica del camino minero, distantes al fin del verano unos 350 m al Oeste y 95 m arriba para el del Glaciar Brown Superior (Km 55.65), y 600 m al Oeste y 85 m arriba para el Glaciar Norte (Km 56.05). Ambos glaciares desaguan a lo largo de esos recorridos en sendas

depresiones que son atravesadas más abajo por el camino. Esas depresiones están ocupadas la mayor parte del año por otros dos individuos glaciales, *neveros elongados* distales a los glaciares citados, que en verano se separan tanto de los glaciares arriba, como del camino abajo, constituyendo islas. En su contacto con el camino se hacen regularmente tareas de despeje de nieve con maquinaria vial, usuales en este tipo de ruta. Estos neveros miden, como referencia actual, respectivamente 3.5 y 7.8 ha cuando están llenos (8.1% de la superficie de los glaciares proximales) y a veces desaparecen totalmente tras el verano. Ambas depresiones convergen al Este del camino, que cruza a lo largo de 500 m en la cota de 4820- 4830 msnm, en un solo valle que acumula nieve también por debajo de ese nivel pero que desaparece totalmente en la mayoría de los veranos actuales, incluso los más benignos, como se ve en las imágenes satelitales Landsat, Spot e Ikonos que vienen observándose en las últimas décadas.

La vertiente umbría de ese valle, a 60-100 m de desnivel bajo el camino (y a unos 200-300 m de distancia, según la época) presenta un típico *glaciarrete*, de tipo *de barranco*, inactivo, acumulado por el viento y la topografía propicia al abrigo en un recodo del valle. Este cuerpo, conocido como "Glaciar" Brown Inferior, se extiende unos 250 m de largo por menos de 100 de ancho (poco más de 1 ha de hielo) y otro tanto de nieve circundante. Al igual que en los otros, en su parte distal se dispone una porción separada, cuya superficie oscila entre 1 y 3.4 ha, que en verano se escinde del glaciarrete proximal. Entre ambas porciones pasa la traza de un camino en desuso. En invierno ambos cuerpos, el camino viejo y el área circundante se unen en una sola mancha de nieve de unas 6.4 ha (referencia media actual).

El carácter de glaciarrete viene dado primariamente por evidencia morfológica y topográfica, por la fuerte ablación a expensas de una importante proporción de su masa total, y confirmado por los datos geofísicos que muestra un lecho en talud muy cóncavo (barranco) donde cuelga el hielo, sin evidencia morrénica alguna. No obstante ello, cabe aclararse que su tortuosa topografía (hielo colgante de un barranco cóncavo) lo anima necesariamente de un flujo plástico lateral, con un labio en cornisa, favorecido por la rerrradiación de la ladera solana opuesta. Se considera que esta particularidad mecánica de su nieve no es suficiente para considerar que este cuerpo glacial actúe como un verdadero glaciar, ni siquiera como glaciar pasivo de montaña.

Otro cuerpo extenso, al que aquí se llama Glaciar Sur, se halla más arriba aún, en una zona de menos pendiente a más de 1 km del camino, y no ha sido incluido en este estudio. Mide unas 70 ha. De esta caracterización, fundamentada en el presente informe, se deduce que los únicos cuerpos de hielo aquí estudiados que pueden ser propiamente denominados glaciares, y muy pequeños por cierto, son las cuencas proximales de los denominados Glaciar Brown Superior y Glaciar Norte. La forma de ablación predominante de estos glaciares, al igual que la de los neveros circundantes, es la sublimación penitente. Esta forma de ablación protege muy eficientemente a estos glaciares, y cabe razonar que hoy existen sólo porque, aparte del régimen de precipitaciones que los genera, las condiciones ambientales favorecen este modo conservativo de ablación. En efecto, la sublimación penitente consume mucha energía a cambio de poca entrega de masa (7½ veces más que la energía usada para fundir la

misma masa). Eso torna a estos glaciares particularmente resistentes a la ablación. La proporción que la sublimación mantiene en primavera con la fusión es, según estos cálculos, de por lo menos 3:1 y probablemente 4:1. Esta tasa se determinó con datos de otros trabajos y estudios de flujo de calor basados en las mediciones de temperatura de la nieve profunda.

Con las limitaciones impuestas por la falta de un inventario local de glaciares (que existe para algunas cuencas de San Juan pero no para la del Río Jáchal), haciendo algunas mediciones sobre las imágenes satelitales, puede decirse que aproximadamente en la Cordillera de Colangüil, de 100 km de largo y 60 mil ha, hay al fin de la estación de acumulación una cobertura nivoglacial de menos de 10 mil ha, según se observa en la imagen de referencia. El paso de Conconta, con unas 4000 ha (6% de estas montañas) evidencia en la imagen unas 200 ha de cobertura nivoglacial: esto es el 5% local y el 0.3% general. De ello, los glaciares estudiados ocupan la tercera parte; esto es el 0.1% del recurso hídrico Colangüil en estado sólido superficial, sin contar el *permafrost* ni los reservorios cubiertos de detrito.

RECOMENDACIONES SOBRE IMPACTO AMBIENTAL

Si bien el objetivo de este estudio no es evaluar impacto ambiental, se hace aquí un cálculo relativo a las actividades viales porque es importante destacar que éstas no están involucrando a los glaciares sino a neveros. Si bien ambas geoformas constituyen hidrosfera, se diferencian fundamentalmente en la dinámica que cada una de ellas tiene ante los procesos estacionales. Si se permite hacer un paralelo en términos económicos, los glaciares vienen a constituir un "capital" en "activo fijo" guardado desde las últimas glaciaciones, o incluso antes; mientras que los neveros son "capital circulante" o "activo en bienes de uso" que se "amortizan" (y renuevan) anualmente en el ciclo hidrológico natural.

En §4.1 se ha hecho referencia a las labores viales de despeje de nieve en las colas de los neveros distales de los glaciares Brown Superior y Norte. De acuerdo a la Tabla 7 estos neveros suman unas 280 mil toneladas cuando están llenos (un 4.1% del sistema), y la sección de corte del camino afecta taludes cuyas dimensiones pueden estimarse en 150 m largo × 6 m alto = 900 m² y 120 m largo × 3 m alto = 360 m², que por 12 m de ancho y 700 kg/m³ suman 10.6 Kton. Es decir que anualmente se adelanta artificialmente la ablación del $10.6/280 = 3.8\%$ de una masa cuya mayor parte, y eventualmente la totalidad, de todos modos se fundirá y sublimará naturalmente ese verano. A su vez toda esa masa (sólo los neveros involucrados) ya se dijo que es el 4.1% de la del sistema Conconta, por lo que representa el $4.1\% \times 3.8\% = 1.6$ por mil. Esta exigua cantidad cae ampliamente dentro de la variabilidad natural de la ablación, que naturalmente oscila en varios deciles, es decir cientos de veces esa variación. En cuanto a los glaciares, un factor a tener en cuenta en la posible alteración de las condiciones de ablación por el uso del camino, es el cambio de albedo si se produjera una contaminación

por polvo. Sin bien la calzada está muy consolidada por el tonelaje y frecuencia que circula, por el mantenimiento periódico que se le hace y por el congelamiento del suelo, y se encuentra por debajo y a sotavento de los glaciares, este tema merece ser estudiado específicamente, porque puede constituir un efecto directo sobre los glaciares. Por esa razón no se comparte la sugerencia que se ha hecho de cambiar la traza del camino para no cortar los neveros distales, proponiendo que en cambio pase a 5200 m de altura por el borde proximal de los glaciares Brown Superior y Norte. Ello generaría más erosión de suelos, más contaminación visual (ya que sería la tercera traza que se ensaye en la zona) y ubicaría el camino a barlovento de las cabeceras glaciarias, 300 m más alto, y además cerca al relativamente extenso Glaciar Sur, actualmente muy alejado del camino u otra perturbación antrópica. Desde el punto de vista topográfico, la baja pendiente de los neveros en la intersección con el camino (17° para el nevero distal de la cuenca del Glaciar Brown Superior y 8° para el de la cuenca del Glaciar Norte) no ha sido perturbada sensiblemente por el corte de la ladera, pues en estas pendientes no se producen avalanchas que alimenten la zona del Glaciarete Brown Inferior ni existen líneas de tensiones glaciarias que puedan ser perturbadas. El flujo de agua, de régimen netamente nival, es intermitente; y recién aguas abajo del camino, donde se unen ambos arroyos, se constituye un curso de agua algo más permanente, al que aporta también el talud del barranco del Glaciarete Brown Inferior, fuera de la influencia del camino.

Se ha observado que la empresa minera usuaria del camino ha intentado colaborar a la regeneración de la discontinuidad del Glaciarete Brown Inferior colocando deflectores de viento de madera sobre la traza del camino antiguo. Esta medida es ineficaz e innecesaria; y en caso de funcionar, su único efecto sería conectar dos porciones glaciales inactivas que no interactúan mecánicamente, con la contrapartida de que la extraña estructura de madera quedaría estacionalmente sepultada.

Sobre estudios sugeridos

Las conclusiones a que se ha arribado, abonadas desde el punto de vista glaciológico, deberían ser verificadas desde un punto de vista hidrológico, tanto cualitativo como cuantitativo. Esto, junto con los balances de masa, daría la verdadera dimensión del recurso hídrico y las medidas más específicas a llevar a cabo para su conservación y protección, y mejoraría la precisión en el cálculo que se plantea.

En este estudio se ha sido conservativo, incluyendo en las superficies de referencia partes periféricas del Glaciarete Brown Inferior. Con las observaciones sistemáticas de unos pocos años más, estas consideraciones pueden ser revisadas y ajustadas. Salvo algún perfil extra que apoye los estudios futuros, la tecnología de geo radar ya no es necesaria en la zona. En efecto, el geo radar ha dado información de base muy importante, como lo es el volumen de los cuerpos de hielo; pero éste es prácticamente invariante, a excepción de las fluctuaciones anuales debidas al balance de masa, el cual se determina por otros medios. Salvo que, operando con otras frecuencias de radar, se utilice esta tecnología para medir perfiles de

balances de masa sobre las interfaces nieve-*nevé*-hielo. Esta modalidad daría más precisión a la variación del balance con la altura y en consecuencia se podrían estudiar con más detalle las incidencias del balance en la actividad mecánica de los glaciares, y así verificar cuán pasivos o activos realmente es. Además cabría hacer mediciones de volumen en el Glaciar Sur, cuya superficie supera en un 40% la suma de los otros dos. Otro estudio que aparece promisorio es la determinación de cambio de volumen anual por fotogrametría terrestre, favorecido por la existencia del cordón montañoso oriental a la zona, desde el cual Golder ha tomado la interesante fotografía de la Figura 3. Esta sería una muy valiosa herramienta de apoyo a las determinaciones del balance de masa, y significarían un paso importante al convertir los monitoreos fotográficos, de indudable valor documental, de cualitativos a cuantitativos. Además, la sistemática metodológica de esa tecnología arrojaría valores comparables y permitiría así calcular los balances acumulados. También, dada la presencia del camino y como se ha mencionado antes, se impone hacer un estudio de eventual contaminación por polvo. Para este y los otros estudios se consideran fundamental la inclusión del extenso Glaciar Sur (si es que se trata de un glaciar, cuestión a determinarse) porque su mayor lejanía al camino puede servir de referencia local para elaborar un gradiente en la difusión y distribución del polvo.

Finalmente, no hay que dejar de considerar la ventaja que significa tener este camino como vía de estudio a estos glaciares de montaña; ya que normalmente los estudios glaciológicos se encaran hacia las grandes cuencas de valle y sus glaciares activos. Esta posibilidad, junto con la de financiamiento por parte del usuario del camino, hace que el monitoreo de los glaciares del Paso Conconta, y Almirante Brown en particular, trascienda lo coyuntural y se proyecte a un aporte concreto al conocimiento científico de glaciares pasivos de montaña. En este sentido, estos glaciares, neveros y glaciaretos podrían llegar a convertirse en una referencia importante en una transecta glaciológica latitudinal andina, tan necesaria hoy en día para los estudios del cambio climático global.



FOTOGRAFÍA N°3 VISTA DE LOS GLACIARES BROWN SUPERIOR; CONCONTA NORTE Y BROWN INFERIOR, AÑO 2004, FOTOGRAFÍA SPOT

REFERENCIA 8

**MONITOREO DE GLACIARES DEL PASO DE CONCONTA IGLESIA, SAN JUAN.
ARGENTINA MINERA ARGENTINA GOLD S.A. - MAGSA Y BARRICK EXPLORACIONES
ARGENTINA S.A. - BEASA GABRIEL ALBERTO CABRERA ;JUAN CARLOS LEIVA Y
COLABORADORES JUNIO DE 2012**

GLACIAR BROWN INFERIOR

En la primavera se observa el estado a octubre del año 2009 se observó parte de la zona del glaciarete cubierta de nieve, luego en la imagen del año 2010 ya había desaparecido y el glaciarete no se reconstituyó, ni siquiera persistiendo como nevero, lo que era de esperarse.



OCTUBRE 2009



ABRIL 2010



ABRIL 2011



ABRIL 2011

4.2. RECOMENDACIONES

Ya se ha recomendado en el Estudio 2, y se reitera en el presente, que no hay que atender a las sugerencias de cambiar la traza del camino⁷ "para no cortar los neveros distales" pues el camino pasaría a 5200 m de altura entre el borde proximal de los glaciares Brown Superior y Norte y el Glaciarete Sur, generando más erosión de suelos, más contaminación visual (sería la tercera traza que se ensaye en la zona) a barlovento de las cabeceras glaciarias, 300 m más alto, y además cerca del extenso y prístino Glaciarete Sur, hoy muy alejado del camino u otra perturbación antrópica.

Por lo demás, se reiteran en general las recomendaciones hechas en los Estudios 1 y 2 sobre estudios adicionales que complementan a los actuales. La evidente semejanza entre la evolución de los glaciares en el Paso de Conconta y la tendencia mundial debida al cambio climático, es coherente con los avisos que se vienen haciendo desde la comunidad científica internacional en trabajos académicos y difusión periodística en otras partes del mundo¹¹, indicando que de continuar la tendencia mundial actual, la desaparición a corto plazo de muchos glaciares pequeños debido al Cambio Climático parece irreversible. Por su pequeño tamaño, es muy probable que los cuerpos glaciales de Conconta corran esa suerte debido al Cambio Climático; y de hecho han ocurrido ya dos hechos notables en este sentido: en el otoño 2010 ha desaparecido el nevero distal del Glaciar Brown Superior, y en el otoño 2011 el Glaciarete Brown Inferior. Particularmente, quedó definitivamente demostrado, tras la extinción natural del Glaciarete Brown Inferior, que había que eliminar

los deflectores de viento de madera sobre la traza del camino antiguo. De acuerdo con ello, se retiraron estos materiales en el verano de 2011.

Para discutir mejor la evolución próxima de los glaciares del Paso de Conconta, es necesario contrastar estos estudios con los que se están haciendo a escala mundial, principalmente para verificar si existe alguna tendencia local diferente de la mundial. Siguiendo las recomendaciones de los estudios anteriores, ya se ha reportado al Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares (WGMS) la existencia de la serie de balances de masa de estos glaciares desde 2007, con la finalidad de su inclusión en la muestra mundial; lo que se efectivizará en el corriente año. En junio de 2012 se presentó la serie de balances en el *International Symposium on Glaciers and Ice Sheets in a Warming Climate*, de la International Glaciological Society, en Fairbanks, Alaska¹², en donde participaron también funcionarios del WGMS que nos suministraron la normativa a seguir para la inclusión de estos glaciares en la muestra mundial.

REFERENCIA 9

ESTIMACIÓN DE LA DEPOSITACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE - MPS - IV ACTUALIZACIÓN PROYECTO VELADERO - III ACTUALIZACIÓN PROYECTO LAMA

INTRODUCCIÓN

Este estudio elabora el inventario de emisiones de materia particulada y la modelación del transporte y depositación de partículas en especial sobre los glaciares aledaños, en el marco de la cuarta actualización proyecto minero denominado Veladero, considerando las actividades realizadas durante el año 2018, las cuales corresponden al año de mayor movimiento de material (mineral y lastre), y por tanto de mayor emisión de particulado, según el Plan Minero de Veladero, en conjunto con la etapa de Operación del proyecto Lama, y las obras asociadas al dique de colas de Lama.

Este informe entrega la estimación de emisiones de partículas para la etapa de operación de la mina, en conjunto con otras obras del sector, así como también la evaluación del impacto en la calidad del aire en términos de la depositación de partículas sobre su entorno, considerando el relevamiento de glaciares presentes en el área circundante cercanos a la faena minera, el cual fue realizado como parte de la línea base de la actualización.

Dado que las emisiones esperadas debido a la operación de la faena minera, son en su mayoría fugitivas, se utilizaron las ecuaciones y factores de emisión de la USEPA² (AP-42), en su última versión. Para la modelación de la depositación de partículas se utilizó el software de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) denominado AERMOD, el cual considera además de las emisiones, la meteorología y la topografía del lugar.

RESULTADO DE LA MODELACIÓN

Con el inventario de emisiones espacializado, los archivos de terreno y la meteorología, se realizaron las corridas con el modelo AERMOD, estimándose la depositación de material particulado en el entorno al Proyecto, y en especial en los puntos de interés (glaciares).

La Tabla IV.1 muestra las tasas de depositación de materia particulada obtenida con el modelo, en cada uno de los glaciares, expresadas en mm/año. De ella se observa que el aporte

² United States Environmental Protection Agency

de la operación del proyecto Veladero, incluidas las demás obras de Lama, generan a lo más, 0,9 mm/año a la depositación de polvo sobre los glaciares, ocurriendo el mayor aporte en los Glaciares de Escombros, seguido por el aporte sobre el glaciar Guanaco, cuya Depositación máxima es de 0,15 mm/año.

Tabla IV.1: Resultados depositación de MPS en mm/año

Área de estudio	Glaciares	Depositación MPS
Veladero	Los Amarillos	0,0800
	Guanaco	0,1500
	Canito	0,0169
	Glaciares Este	0,0300
	Escombros	0,9000
Conconta	MPSA1	0,0047
	MPSA2	0,0158
	MPSA3	0,0059

La Figura 4.2 muestra la distribución espacial de la depositación de materia particulada en el dominio de Veladero, expresada en mm/año. De ella se observa un patrón caracterizado por una pluma de depositación orientada hacia el SurEste, y con tasas mayores cerca de las faenas mineras. La máxima depositación que alcanza los glaciares descubiertos es de 0,15 mm/año, y ocurriría en el glaciar Guanaco, y sobre glaciares de escombros la depositación máxima alcanza a 0,9 mm/año.

La Figura 4.3 muestra la distribución espacial de la depositación de materia particulada en el dominio de Conconta, expresada en mm/año. De ella se observa que la máxima depositación de polvo sería de 0,0158 mm/año.

FIGURA 4.2: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA DEPOSITACIÓN DE MPS EN VELADERO (MM/AÑO)

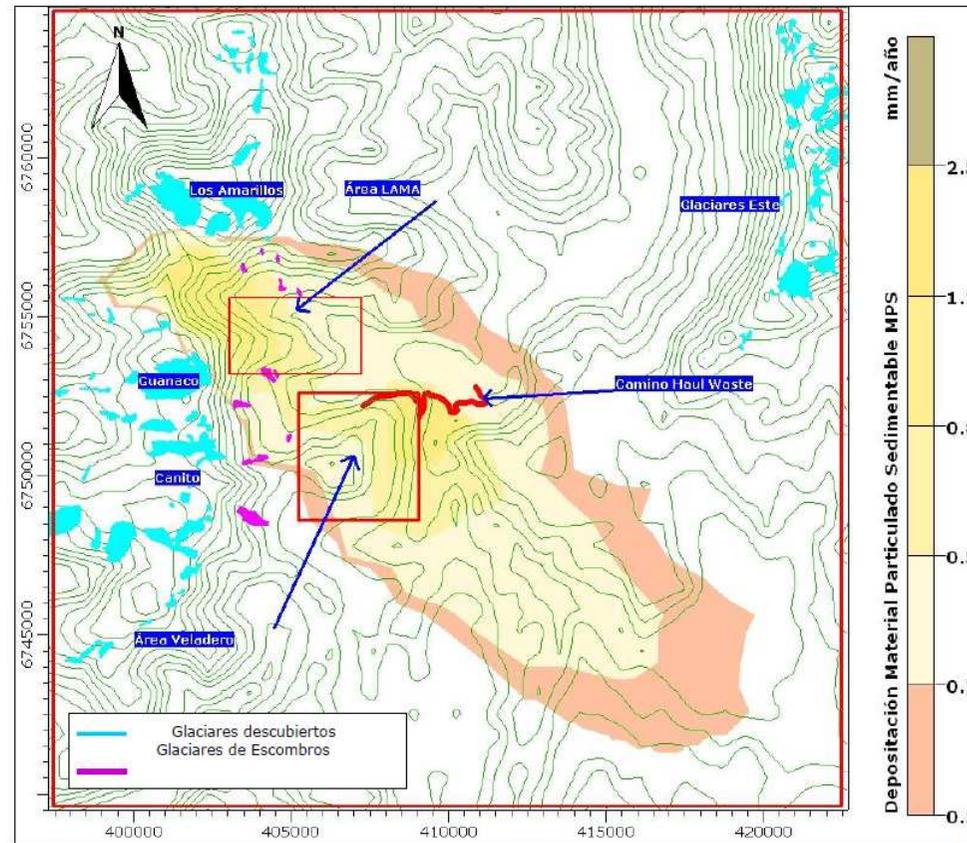
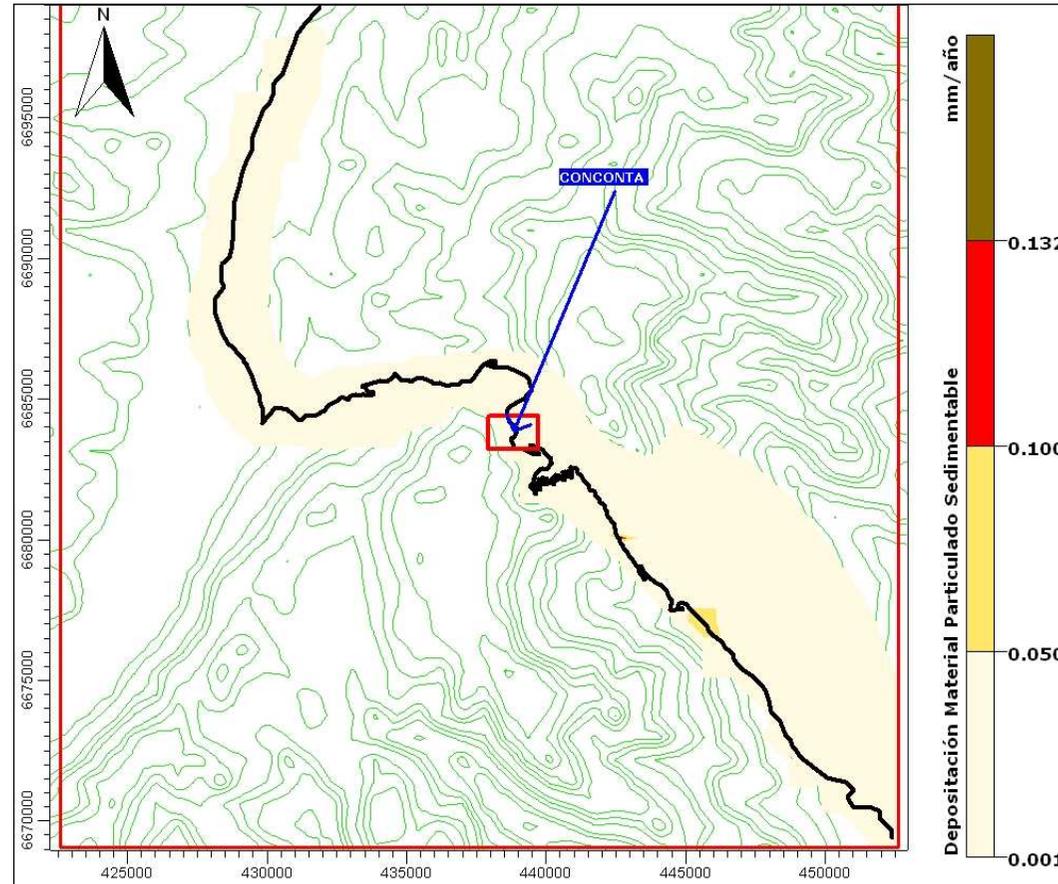


FIGURA 4.2A: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA DEPOSITACIÓN DE MPS EN VELADERO (MM/AÑO)



1FIGURA 4.3: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA DEPOSITACIÓN DE MPS EN CONCONTA (MM/AÑO)



4 CONCLUSIONES

Se ha evaluado el impacto en calidad del aire, en términos de las depositaciones de materia particulada en el entorno de las operaciones del proyecto minero Veladero. La evaluación consideró además de las actividades de Veladero, el transporte de estéril desde el rajo Filo Federico al dique de colas del proyecto Lama, las obras constructivas de dicho dique, la etapa de operación del proyecto Lama, y el transporte de camionetas, camiones y minibuses que pasa por la ruta que une Tudcum con Veladero, en las cercanías del glaciar Conconta.

Dado que el glaciar Conconta se ubica a más de 70 km del área de Veladero, se modelaron las actividades en dos dominios separados. El dominio de veladero correspondió a una superficie de 25x25 kms, y en el se incluyó las operaciones de Veladero, las obras constructivas del dique de colas y la etapa de operación de Lama. El dominio de Conconta resultó ser de 30x30 kms, quedando el glaciar Conconta al medio del dominio y la ruta por la cual circula el tránsito de camionetas, camiones, y minibuses.

De acuerdo al análisis de la meteorología del lugar, se desprende que la zona tiene una alta capacidad de ventilación, con calmas del 2%. La dirección predominante de los vientos es desde el Nor-Oeste hacia el Sur-Este, lo cual se manifiesta en un 70% del tiempo.

La evaluación del impacto sobre la calidad del aire debido a las actividades de operación de la faena minera Veladero en conjunto con las otras actividades (construcción dique de colas, etapa de operación de Lama, y tránsito vehicular cerca del glaciar Conconta), consistió en la estimación de las emisiones de materia particulada, y depositaciones de éstas esperadas en el entorno al sitio del proyecto, y en especial sobre los glaciares. Para esto se utilizó el modelo AERMOD, el cual es recomendado por la USEPA, y el cual contiene módulos para considerar la topografía compleja de la zona (AERMAP), así como la meteorología local (AERMET).

De acuerdo al Plan de minado año 2018, que es cuando existirá el mayor movimiento de mineral y lastre, considerando todas las obras en su conjunto, las actividades de Veladero emitirán 22.344 Kg/d de material particulado sedimentable, siendo el transporte la fuente principal de emisión, con un 44,5% del total. La Planta de chancado aportará con un 23,3% y la erosión eólica de botaderos y stocks, un 14,5%.

Dado que las emisiones son en su mayoría fugitivas, el impacto resulta ser localizado (cerca del sitio del proyecto). Es así como la modelación indica que la depositación de materia particulada ocurrirá principalmente alrededor de las faenas mineras y los caminos asociados, con una dirección de la pluma hacia el SurEste, es decir, hacia el valle. Las condiciones convectivas transportarán el polvo hacia sectores más alejados y de mayor altura, alcanzando a lo más depositaciones de 0,9 mm/año sobre los glaciares de escombros.

ANEXO 3

Lista de chequeo – Proyecto Pascua Lama (Sector Lama)

LISTAS DE CHEQUEO PARA LA **AUDITORÍA AMBIENTAL PARA LA PROTECCION DE GLACIARES**

PROYECTOS DE EXPLOTACION (en Construcción)

Barrick Exploraciones Argentina S.A. (BEASA) Proyecto Pascua Lama –sector Lama

Ubicación Política del Proyecto:

Provincia:
SAN JUAN

Departamento:
IGLESIAS

Comuna: Valle del Cura,
proximidad del Río Las Taguas

Ubicación Geográfica del Proyecto:

Cuenca: del Río Las Taguas, afluente del
RIO JACHAL

Latitud:
29° 24' 36" S

Longitud
69° 53' 28" O

Lugar y Fecha de la Auditoría:

Campamento Veladero, Valle del Cura, Departamento de Iglesias a los 20 días del mes de noviembre del 2012.

Nombre(s) de Auditor(es):

Jorge Eduardo Millón
Marcelo Ghiglione
Ing. Civil Mauricio Lohay
Lic. C. Geológicas Roberto Luna

Croquis de Ubicación del Proyecto, Explotación. Ver ANEXO II

ACTIVIDAD 1 SEGURIDAD EN LAS ÁREAS DEL PROYECTO PROXIMA A ZONAS DE POSIBLES GLACIARES					
	Auditado		Hallazgo		Observación
	SI	NO	SI	NO	
a. ¿Se ha informado al personal en las distintas etapas del proyecto sobre los riesgos asociados a la actividad que realizan y las medidas de seguridad que se deben tener presentes?	X		X		Se nos realizó una sesión de inducción sobre la compañía y el proyecto, donde no se refleja el cuidado del agua y la protección de los Glaciares.
b. ¿Existe alguna intervención que restrinja o impida el escurrimiento natural de las precipitaciones a glaciares, afectando su recarga?	X			X	Todos los glaciares se encuentran a una altura superior a las instalaciones del proyecto
c. ¿El procedimiento de corte y voladura se realiza conforme las normas vigentes y reglas del buen arte?	X			X	
d. ¿Se humedecen los caminos internos de proyecto para minimizar las emisiones de polvo?	X			X	
d. ¿Se ha capacitado al personal de proyecto y empresas contratistas sobre la importancia de glaciares en sus diversas formas en la zona?	X			X	

ACTIVIDAD 2 CIRCULACIÓN EN LAS ÁREAS DEL PROYECTO PROXIMA A ZONAS DE POSIBLES GLACIARES

	Auditado		Hallazgo		Observación
	SI	NO	SI	NO	
a. ¿Se han establecido rutas dentro del sitio para la circulación de vehículos?	X			X	En general toda la circulación del proyecto se encuentra alejada de los glaciares, encontrándose solamente en las proximidades las rutas de monitoreo de glaciares.
b. ¿Las áreas destinadas al estacionamiento de vehículos se encuentran identificadas?	X			X	
c. ¿La velocidad de circulación de vehículos en el interior del área de proyecto está regulada internamente?	X			X	
d. ¿Existe evidencia del cumplimiento de esta velocidad de circulación interna?	X			X	
e. ¿Las zonas de carga y descarga de vehículos se encuentran identificadas?	X			X	
f. ¿Se lleva un registro apropiado del tránsito de los vehículos por las áreas de proyecto indicando origen/destino conductor y acompañante, volumen transportado, tipo de carga?	X			X	En las garitas del proyecto se dispone de la totalidad de información de los diferentes movimientos

ACTIVIDAD 3 TRANSPORTE EN LAS ÁREAS DEL PROYECTO PROXIMA A ZONAS DE POSIBLES GLACIARES					Observación
	Auditado		Hallazgo		
	SI	NO	SI	NO	
a. ¿Hay escurrimientos de aguas procedentes de glaciares o de lagunas al pie de los mismos que atraviesen caminos en el área del Proyecto/Emprendimiento?	X			X	Todos los caminos internos del proyecto tienen alcantarillado sobre los cauces de arroyos
b. ¿Tales escurrimientos de agua han sido conducidos o direccionados de acuerdo a las reglas del buen arte?	X			X	Toda actuación sobre los cauces de agua ha presentado a la Autoridad Competente (Departamento de Hidráulica), la solicitud de autorización correspondiente.
c. ¿Los escombros generados en cualquier actividad del proyecto son llevados a un lugar de disposición autorizado que no está situado sobre glaciares?	X			X	
d. ¿Los vehículos usados para el transporte, cumplen con los requisitos para ese fin, están autorizados y con todas las revisiones al día?	X			X	

ACTIVIDAD 4 ÁREA DE ALMACENAMIENTO PROXIMA A ZONAS DE POSIBLES GLACIARES					Observación
	Auditado		Hallazgo		
	Si	No	Si	No	
a. Posee una base continua, impermeable y resistente estructural y químicamente a los materiales allí almacenados?	X	X	X	X	No aplica, No hay ningún esquema de almacenamiento en las proximidades de glaciares
b. ¿Están situadas sobre glaciares descubiertos, cubiertos o de escombros activos?	X	X	X	X	No aplica, No hay ningún esquema de almacenamiento en las proximidades de glaciares

ACTIVIDAD 5 MANEJO DE SUELO:EXCAVACIONES, RELLENOS Y TERRAPLENES, PROXIMA A ZONAS DE POSIBLES GLACIARES					Observación
	Auditado		Hallazgo		
	SI	No	SI	No	
a. ¿El suelo extraído se ha acopiado en zona habilitada y distante de glaciares cubiertos, descubiertos y de escombros activos?	X			X	Las escombreras que forman parte del proyecto están previamente diseñadas y ubicadas sin alterar escurrimientos, en zonas alejadas de los Glaciares
b. ¿En caso de que se utilice material proveniente de yacimientos para su posterior uso como material de relleno ¿se ha tenido en cuenta la proximidad de glaciares y su drenaje a fin de no alterar el mismo?	X	X	X	X	No aplica, los yacimientos están fuera de la zona de glaciares, siendo algunos de ellos localizados en los cauces de los arroyos y cuentan con la autorización correspondiente.
c. ¿Existe actividad superpuesta –actual o proyectada- sobre o en glaciares?	X			X	Las actividades están alejadas de los glaciares
c. ¿En la confección de relleno y/o terraplenes, se ha tenido en cuenta la proximidad de glaciares y su drenaje a fin de no alterar el mismo?	X				Todos los caminos internos del proyecto tienen alcantarillado sobre los cauces de arroyos

ACTIVIDAD 6 MONITOREO DE GLACIARES					
	Auditado		Hallazgo		Observación
	SI	No	SI	No	
a. ¿Se realizan monitoreos de polvo sedimentable en glaciares?	X			X	Se monitorean los Glaciares Los Amarillos y Guanaco del lado Argentino y el Glaciar Amarillo del lado de Chile
b. ¿Se realizan monitores de calidad y cantidad de agua en drenajes con posibles escurrimientos de glaciares?	X			X	Se realiza toma puntual de calidad de agua, mediante, campañas con frecuencias medias mensuales.
c. ¿Se han enviado las muestras a un laboratorio acreditado?	X			X	Se utilizan los mismos laboratorios autorizados para el análisis de calidad de agua de los diferentes monitoreos que realiza el proyecto
d. ¿Se han utilizado procedimientos apropiados para la toma, el manejo y posterior análisis de las muestras?	X			X	Todos los procedimientos están normados.
e. ¿Se ha determinado mediante el método de posicionamiento satelital en modo diferencial la posición actual de los glaciares, su perímetro y altitud media?	X			X	Se realizan campañas de monitoreo de glaciares desde el año 2005 a la fecha, contando con los informes respectivos, de los Glaciares Los Amarillos y Guanaco
f. ¿Existen mediciones que permitan determinar el aporte de la escorrentía de glaciares a la cuenca?	X		X		Hasta el momento no hay una metodología adoptada para la determinación del aporte de los glaciares a la cuenca, se está estudiando la manera de implementarla.
g. ¿Se han aplicado métodos directos o indirectos que permitan conocer la estructura interna de los glaciares, el espesor, su contenido de hielo y por lo tanto comprender y cuantificar su importancia como reserva hídrica?	X			X	De los estudios realizados hasta la fecha solo se infiere tal situación, se siguen profundizando tales estudios.
h. Para glaciares descubiertos, ¿se ha estudiado la dinámica de estos cuerpos de hielo?	X			X	Estudios en proceso
i. Para glaciares descubiertos, ¿se ha estudiado cómo reaccionan a las	X			X	Estudios en proceso

condiciones meteorológicas actuales y cómo lo harían en el futuro?					
j. Para glaciares descubiertos ¿se ha calculado el volumen de agua que contienen?	X			X	Estudios en proceso
k. Para glaciares descubiertos ¿Se utilizan mojones o balizas perfectamente identificados sobre la superficie de los cuerpos y que son monitoreados regularmente?	X			X	Se llevan estudiados los glaciares desde el año 2005 a la fecha y mediante la colocación de balizas desde el 2009.
l. Para glaciares descubiertos, ¿Se conoce la zona de acumulación y la zona de ablación medida en milímetros de agua equivalente (mm. eq.agua) para poder estandarizar la cantidad de agua que se acumula o se pierde a lo largo del año en el glaciar?	X			X	Estudios en proceso
m. Para glaciares de escombros ¿Se ha analizado la capa activa y transicional en dichos glaciares?	X	X	X	X	No Aplica, dado que no hay glaciares de escombros en la cercanía de las obras del proyecto.
n. ¿Para glaciares de escombros se ha calculado el volumen de agua que contienen?	X	X	X	X	No Aplica

RESUMEN VISITA DE AUDITORIA

1.- Introducción:

La zona de estudio se ubica en la Provincia de San Juan, Argentina, en el límite internacional con Chile, a unos 350 km al noroeste de la capital de dicha provincia, entre los 3.800 y 5300 m entre las coordenadas 29° 20´ Latitud Sur y 70° 00´ Longitud Oeste. El acceso a la zona a auditar se realizó a través de rutas nacionales y caminos mineros, llegando a la zona conocida como Arroyo de Las Taguas, donde se ubica el campamento de la Mina Veladero.

Habiéndose conformado el equipo de auditores del Departamento de Hidráulica y en conjunto con el Secretario de Gestión Ambiental y Policía Minera, Ing. Marcelo Ghiglione y el auditor Lic. Geol. Roberto Luna; se procedió el día 20 de noviembre de 2012 a arribar a las instalaciones del campamento Veladero, con hora de llegada 16,30hs, inmediatamente se optó por realizar un chequeo médico a las autoridades y a toda persona que realizó dicho viaje.

2.- Actividades:

El día 21/11/2012, hora 8.30hs, la comisión auditora acompañada por representantes de las empresas auditadas emprenden viaje en camioneta hacia la zona donde se encuentra el glaciar Amarillo (Chile) y los Amarillos (Argentina), ambos presentan una morfología típica de depresión y se encuentra en una zona de pendiente suave, (15°/25°). Continuando con la inspección, la comitiva se dirigió hacia la zona donde se encuentra el glaciar Guanaco, semejante en su forma al glaciar Los Amarillos. El siguiente glaciar inspeccionado fue un glaciar de escombros activos conocido como Glaciar Potrerillos, de tamaño pequeño y de cuenca simple. La auditoría finalizó con la inspección a los Glaciares Brown Superior y Conconta Norte, ambos sobre el camino de acceso a los proyectos, todo ello ya de vuelta el día 22/11/2012.

3.- Resumen de las Desviaciones o Hallazgos

ACTIVIDAD 1 SEGURIDAD EN LAS ÁREAS DEL PROYECTO PROXIMA A ZONAS DE POSIBLES GLACIARES, **Frente a la pregunta a).**-¿Se ha informado al personal en las distintas etapas del proyecto sobre los riesgos asociados a la actividad que realizan y las medidas de seguridad que se deben tener presentes? **Respuesta:** Se nos realizó una sesión de inducción sobre la compañía y el proyecto, donde no se refleja el cuidado del agua y la protección de los Glaciares. Esto se ha considerado por el Grupo Auditor como un hallazgo, y se recomienda a la Empresa incorporar en las futuras inducciones para todo el personal, de la empresa, subcontratistas y demás personas que accedan al proyecto, los cuidados del agua y de los glaciares de la zona.

ACTIVIDAD 6 MONITOREO DE GLACIARES, **Frente a la pregunta f).**-¿ Existen mediciones que permitan determinar el aporte de

la escorrentía de glaciares a la cuenca? **Respuesta:** Hasta el momento no hay una metodología adoptada para la determinación precisa y continua del aporte de los glaciares a la cuenca, se está estudiando la manera de implementarla. Esto se ha considerado por el Grupo Auditor como un hallazgo, y se recomienda a la Empresa incorporar en los futuros estudios, el procedimiento de monitoreo, en forma continua y precisa, del caudal de agua, a la salida de los glaciares identificados como: Los Amarillos; Guanaco; Brown Superior; Conconta Norte, como mínimo.

Continuar con los estudios sobre la dinámica de estos cuerpos de hielo, cómo reaccionan a las condiciones meteorológicas actuales y cómo lo harían en el futuro. Se estudie y calcule el volumen de agua que contienen y se conozca para cada uno de ellos su zona de acumulación y su zona de ablación medida en milímetros de agua equivalente, para poder estandarizar la cantidad de agua que se acumula o se pierde a lo largo de la vida del proyecto en los glaciares identificados como: Los Amarillos; Guanaco; Brown Superior; Conconta Norte, como mínimo.

Fecha: _____

Auditor

Jorge Eduardo Millón
Marcelo Ghiglione
Ing. Civil Mauricio Lohay
Lic. C. Geológicas Roberto Luna

Firma: _____

Responsable Ambiental del Proyecto

Nombre: _____

Firma: _____

ANEXO 4

Lista de chequeo – Proyecto Veladero

LISTAS DE CHEQUEO PARA LA **AUDITORÍA AMBIENTAL PARA LA PROTECCION DE GLACIARES**

PROYECTOS DE EXPLOTACION

Minera Argentina Gold S.A. Proyecto Veladero

Ubicación Política del Proyecto:

Provincia:
SAN JUAN

Departamento:
IGLESIA

Comuna: Valle del Cura,
proximidad del Río Las Taguas

Ubicación Geográfica del Proyecto:

Cuenca: del Río Las Taguas, afluente del
RIO JACHAL

Latitud:
29° 24' 36" S

Longitud
69° 53' 28" O

Lugar y Fecha de la Auditoría:

Campamento Veladero, Valle del Cura, Departamento de Iglesias a los 20 días del mes de noviembre del 2012.

Nombre(s) de Auditor(es):

Jorge Eduardo Millón
Marcelo Ghiglione
Ing. Civil Mauricio Lohay
Lic. C. Geológicas Roberto Luna

Croquis de Ubicación del Proyecto, Explotación

ACTIVIDAD 1 SEGURIDAD EN LAS ÁREAS DEL PROYECTO PROXIMA A ZONAS DE POSIBLES GLACIARES					
	Auditado		Hallazgo		Observación
	SI	NO	SI	NO	
e. ¿Se ha informado al personal en las distintas etapas del proyecto sobre los riesgos asociados a la actividad que realizan y las medidas de seguridad que se deben tener presentes?	X		X		Se nos realizó una sesión de inducción sobre la compañía y el proyecto, donde no se refleja el cuidado del agua y la protección de los Glaciares.
f. ¿Existe alguna intervención que restrinja o impida el escurrimiento natural de las precipitaciones a glaciares, afectando su recarga?	X			X	Todos los glaciares se encuentran a una altura superior a las instalaciones del proyecto
g. ¿El procedimiento de corte y voladura se realiza conforme las normas vigentes y reglas del buen arte?	X			X	
d. ¿Se humedecen los caminos internos de proyecto para minimizar las emisiones de polvo?	X			X	
h. ¿Se ha capacitado al personal de proyecto y empresas contratistas sobre la importancia de glaciares en sus diversas formas en la zona?	X			X	

ACTIVIDAD 2 CIRCULACIÓN EN LAS ÁREAS DEL PROYECTO PROXIMA A ZONAS DE POSIBLES GLACIARES					
	Auditado		Hallazgo		Observación
	SI	NO	SI	NO	
g. ¿Se han establecido rutas dentro del sitio para la circulación de vehículos?	X			X	En general toda la circulación del proyecto se encuentra alejada de los glaciares, encontrándose solamente en las proximidades las rutas de monitoreo de glaciares.
h. ¿Las áreas destinadas al estacionamiento de vehículos se encuentran identificadas?	X			X	
i. ¿La velocidad de circulación de vehículos en el interior del área de proyecto está regulada internamente?	X			X	
j. ¿Existe evidencia del cumplimiento de esta velocidad de circulación interna?	X			X	
k. ¿Las zonas de carga y descarga de vehículos se encuentran identificadas?	X			X	
l. ¿Se lleva un registro apropiado del tránsito de los vehículos por las áreas de proyecto indicando origen/destino conductor y acompañante, volumen transportado, tipo de carga?	X			X	En las garitas del proyecto se dispone de la totalidad de información de los diferentes movimientos

ACTIVIDAD 3 TRANSPORTE EN LAS ÁREAS DEL PROYECTO PROXIMA A ZONAS DE POSIBLES GLACIARES					Observación
	Auditado		Hallazgo		
	SI	NO	SI	NO	
e. ¿Hay escurrimientos de aguas procedentes de glaciares o de lagunas al pie de los mismos que atraviesen caminos en el área del Proyecto/Emprendimiento?	X			X	Todos los caminos internos del proyecto tienen alcantarillado sobre los cauces de arroyos
f. ¿Tales escurrimientos de agua han sido conducidos o direccionados de acuerdo a las reglas del buen arte?	X			X	Toda actuación sobre los cauces de agua ha presentado a la Autoridad Competente (Departamento de Hidráulica), la solicitud de autorización correspondiente.
g. ¿Los escombros generados en cualquier actividad del proyecto son llevados a un lugar de disposición autorizado que no está situado sobre glaciares?	X			X	
h. ¿Los vehículos usados para el transporte, cumplen con los requisitos para ese fin, están autorizados y con todas las revisiones al día?	X			X	

ACTIVIDAD 4 ÁREA DE ALMACENAMIENTO PROXIMA A ZONAS DE POSIBLES GLACIARES					Observación
	Auditado		Hallazgo		
	Si	No	Si	No	
c. Posee una base continua, impermeable y resistente estructural y químicamente a los materiales allí almacenados?	X	X	X	X	No aplica, No hay ningún esquema de almacenamiento en las proximidades de glaciares
d. ¿Están situadas sobre glaciares descubiertos, cubiertos o de escombros activos?	X	X	X	X	No aplica, No hay ningún esquema de almacenamiento en las proximidades de glaciares

ACTIVIDAD 5 MANEJO DE SUELO:EXCAVACIONES, RELLENOS Y TERRAPLENES, PROXIMA A ZONAS DE POSIBLES GLACIARES					Observación
	Auditado		Hallazgo		
	SI	No	SI	No	
d. ¿El suelo extraído se ha acopiado en zona habilitada y distante de glaciares cubiertos, descubiertos y de escombros activos?	X			X	
e. ¿En caso de que se utilice material proveniente de yacimientos para su posterior uso como material de relleno ¿se ha tenido en cuenta la proximidad de glaciares y su drenaje a fin de no alterar el mismo?	X	X	X	X	No aplica, los yacimientos están fuera de la zona de glaciares, siendo algunos de ellos localizados en los cauces de los arroyos y cuentan con la autorización correspondiente.
c. ¿Existe actividad superpuesta –actual o proyectada- sobre o en glaciares?	X			X	
f. ¿En la confección de relleno y/o terraplenes, se ha tenido en cuenta la proximidad de glaciares y su drenaje a fin de no alterar el mismo?	X				Todos los caminos internos del proyecto tienen alcantarillado sobre los cauces de arroyos

ACTIVIDAD 6 MONITOREO DE GLACIARES					
	Auditado		Hallazgo		Observación
	SI	No	SI	No	
o. ¿Se realizan monitoreos de polvo sedimentable en glaciares?	X			X	Si se están realizando en Glaciar Guanaco desde tres años a esta parte y se ha sumado los Glaciares Brown Superior y Conconta Norte
p. ¿Se realizan monitores de calidad y cantidad de agua en drenajes con posibles escurrimientos de glaciares?	X			X	Se realizan tomas puntuales de calidad de agua, mediante, campañas con frecuencias medias mensuales.
q. ¿Se han enviado las muestras a un laboratorio acreditado?	X			X	Se utilizan los mismos laboratorios autorizados para el análisis de calidad de agua de los diferentes monitoreos que realiza el proyecto
r. ¿Se han utilizado procedimientos apropiados para la toma, el manejo y posterior análisis de las muestras?	X			X	Todos los procedimientos están normados.
s. ¿Se ha determinado mediante el método de posicionamiento satelital en modo diferencial la posición actual de los glaciares, su perímetro y altitud media?	X			X	Se realizan campañas de monitoreo de glaciares desde el año 2005 a la fecha, contando con los informes respectivos, de los Glaciares del paso Conconta,
t. ¿Existen mediciones que permitan determinar el aporte de la esorrentía de glaciares a la cuenca?	X		X		Hasta el momento no hay una metodología adoptada para la determinación del aporte de los glaciares a la cuenca, se está estudiando la manera de implementarla.
u. ¿Se han aplicado métodos directos o indirectos que permitan conocer la estructura interna de los glaciares, el espesor, su contenido de hielo y por lo tanto comprender y cuantificar su importancia como reserva hídrica?	X			X	De los estudios realizados hasta la fecha solo se infiere tal situación, se siguen profundizando tales estudios.
v. Para glaciares descubiertos, ¿se ha estudiado la dinámica de estos cuerpos de hielo?	X			X	Estudios en proceso
w. Para glaciares descubiertos, ¿se ha estudiado cómo reaccionan a las condiciones meteorológicas actuales y cómo lo harían en el futuro?	X			X	Estudios en proceso

x. Para glaciares descubiertos ¿se ha calculado el volumen de agua que contienen?	X				Estudios en proceso
y. Para glaciares descubiertos ¿Se utilizan mojones o balizas perfectamente identificados sobre la superficie de los cuerpos y que son monitoreados regularmente?	X			X	Se llevan aproximadamente tres campañas, realizando dichas determinaciones y aproximando valores de aumento y retroceso de los mismos durante dichos períodos, teniéndose para la zona en general un retroceso de los mismos.
z. Para glaciares descubiertos, ¿Se conoce la zona de acumulación y la zona de ablación medida en milímetros de agua equivalente (mm. eq.agua) para poder estandarizar la cantidad de agua que se acumula o se pierde a lo largo del año en el glaciar?	X			X	Estudios en proceso
aa. Para glaciares de escombros ¿Se ha analizado la capa activa y transicional en dichos glaciares?	X			X	Se ha inferido de forma indirecta esta aportación, sobre el aporte específico se está trabajando
bb. ¿Para glaciares de escombros se ha calculado el volumen de agua que contienen?	X		X		Se ha inferido de forma indirecta este volumen, sobre valores más específicos se está trabajando.

RESUMEN VISITA DE AUDITORIA
1.- Introducción:
<p>La zona de estudio se ubica en la Provincia de San Juan, Argentina, en el límite internacional con Chile, a unos 350 km al noroeste de la capital de dicha provincia, entre los 3.800 y 5300 m entre las coordenadas 29° 20´ Latitud Sur y 70° 00´ Longitud Oeste</p> <p>El acceso a la zona a auditar se realizo a través de rutas nacionales y caminos mineros, llegando a la zona conocida como Arroyo de Las Taguas, donde se ubica el campamento de la Mina Veladero.</p> <p>Habiéndose conformado el equipo de auditores del Departamento de Hidráulica y en conjunto con el Secretario de Gestión Ambiental y Policía Minera, Ing. Marcelo Ghiglione y el auditor Lic. Geol. Roberto Luna; se procedió el día 20 de noviembre de 2012 a arribar a las instalaciones del campamento Veladero, con hora de llegada 16,30hs, inmediatamente se opto por realizar un chequeo médico a las autoridades y a toda persona que realizo dicho viaje.</p>
2.- Actividades:
<p>El día 21/11/2012, hora 8.30hs, la comisión auditora acompañada por representantes de las empresas auditadas emprenden viaje en camioneta hacia la zona donde se encuentra el glaciar Amarillo (Chile) y los Amarillos (Argentina), ambos presentan una morfología típica de depresión y se encuentra en una zona de pendiente suave, (15°/25°). Continuando con la inspección, la comitiva se dirigió hacia la zona donde se encuentra el glaciar Guanaco, semejante en su forma al glaciar Los Amarillos. El siguiente glaciar inspeccionado fue un glaciar de escombros activos conocido como Glaciar Potrerillos, de tamaño pequeño y de cuenca simple. La auditoria finalizo con la inspección a los Glaciares Brown Superior y Conconta Norte, ambos sobre el camino de acceso a los proyectos, todo ello ya de vuelta el día 22/11/2012.</p>
3.- Resumen de las Desviaciones o Hallazgos
<p>ACTIVIDAD 1 SEGURIDAD EN LAS ÁREAS DEL PROYECTO PROXIMA A ZONAS DE POSIBLES GLACIARES, Frente a la pregunta a).-¿Se ha informado al personal en las distintas etapas del proyecto sobre los riesgos asociados a la actividad que realizan y las medidas de seguridad que se deben tener presentes? Respuesta: Se nos realizó una sesión de inducción sobre la</p>

compañía y el proyecto, donde no se refleja el cuidado del agua y la protección de los Glaciares. Esto se ha considerado por el Grupo Auditor como un hallazgo, y se recomienda a la Empresa incorporar en las futuras inducciones para todo el personal, de la empresa, subcontratistas y demás personas que accedan al proyecto, los cuidados del agua y de los glaciares de la zona.

ACTIVIDAD 6 MONITOREO DE GLACIARES, Frente a la pregunta f).-¿Existen mediciones que permitan determinar el aporte de la escorrentía de glaciares a la cuenca? **Respuesta:** Hasta el momento no hay una metodología adoptada para la determinación precisa y continua del aporte de los glaciares a la cuenca, se está estudiando la manera de implementarla. Esto se ha considerado por el Grupo Auditor como un hallazgo, y se recomienda a la Empresa incorporar en los futuros estudios, el procedimiento de monitoreo, en forma continua y precisa, del caudal de agua, a la salida de los glaciares identificados como: Brown Superior; Conconta Norte, y Glaciar de escombros activo Potrerillos (GeaP04), como mínimo.

Continuar con los estudios sobre la dinámica de estos cuerpos de hielo, cómo reaccionan a las condiciones meteorológicas actuales y cómo lo harían en el futuro. Se estudie y calcule el volumen de agua que contienen y se conozca para cada uno de ellos su zona de acumulación y su zona de ablación medida en milímetros de agua equivalente, para poder estandarizar la cantidad de agua que se acumula o se pierde a lo largo de la vida del proyecto en los glaciares identificados como: Brown Superior; Conconta Norte, y Glaciar de escombros activo Potrerillos (GeaP04), como mínimo.

Fecha: _____

Auditor

Jorge Eduardo Millón

Marcelo Ghiglione

Ing. Civil Mauricio Lohay

Lic. C. Geológicas Roberto Luna

Firma: _____

Responsable Ambiental del Proyecto

Nombre: _____

Firma: _____

ANEXO 5

Planos

