

Riesgos a Glaciares y a Ambientes Periglaciales en el Proyecto Minero Cerro Amarillo (Meryllion Resources)

Malargüe Mendoza

por Jorge Daniel Taillant
Centro de Derechos Humanos y Ambiente (CEDHA)

Cerro Amarillo
Meryllion Resources
TSX.V : MYR

Fecha de Publicación: 24 de febrero, 2015

Foto anterior: ambientes periglaciales de los Andes Centrales nutren cuencas hídricas en meses sin lluvia o nieve.
Lugar de la foto: Laguna del Cajón Grande (en la concesión minera de Cerro Amarillo), Departamento de Malargüe, Mendoza
Fuente: Daniel Warenic

Centro de Derechos Humanos y Ambiente (CEDHA)
24 de febrero 2015
Córdoba, Argentina



Presidente de CEDHA: Romina Picolotti
Autor del Informe: Jorge Daniel Taillant

Centro de Derechos Humanos y Ambiente (CEDHA) ©
jdtailant@gmail.com

Este informe ha sido posible por la generosa contribución de:

**Unitarian Universalist Service Committee (UUSC)
Patagonia**



Agradecimientos

Agradecemos a los expertos en glaciología Alexander Brenning, Mateo Martini y Juan Pablo Milana, siempre disponibles para evacuar dudas y responder a complejas preguntas sobre el contenido técnico de nuestra tarea. Alexander y Mateo contribuyeron al análisis de imágenes de glaciares de escombros de algunas secciones de este informe. A nuestros ilustres maestros, Cedomir Marangunic (Geo Estudios, de Chile), a Juan Carlos Leiva (IANIGLA), a Benjamín Morales Arnao (Patronato de las Montañas Andinas, Perú), y a Bernard Francou (IRD), nuestros instructores en los cursos que hicimos sobre reconocimiento de glaciares ofrecidos por el *Programa de Naciones Unidas de Medio Ambiente*, en los años 2010, 2011, y 2012. Cedomir, Juan Carlos, Benjamín, y Bernard fueron (y son) extremadamente pacientes en atender a nuestras dudas sobre el reconocimiento de glaciares por imágenes satelitales. Con ellos hemos pasado largas horas charlando sobre glaciares, sobre ambiente periglacial y los riesgos que afrontan.

Agradecemos especialmente a Darío Trombotta Liaudat, geocriólogo del IANIGLA y miembro del CONICET, quien evacuó numerosas consultas que le hicimos sobre aspectos técnicos del ambiente periglacial, información que hemos utilizado en varios informes producidos por CEDHA. Darío también respondió a varias preguntas sobre las zonas de glaciares y de ambiente periglacial entorno a Cerro Amarillo. Agradecemos a Stephan Gruber, de la Universidad de Zúrich quien nos evacuó consultas sobre su mapa y modelo mundial de permafrost, el cual tratamos en este informe.

Agradecemos a Daniel Warenic quien colaboró con CEDHA en una visita y documentación fotográfica *in situ* a la zona de la concesión minera Cerro Amarillo. También agradecemos a Mercedes Lu, Heidi Weiskel y Mark Chernaik de ELAW quienes colaboraron con imágenes satelitales de la concesión.

Debemos también agradecer a quienes han apoyado económicamente a la tarea de CEDHA, incluyendo UUSC (Patricia Jones) y a Patagonia (Raul y Cristóbal Costa). Agradecemos al equipo de CEDHA quien colaboró con el informe, y finalmente a Romina Picolotti, quien ha inspirado esta y tantas otras causas ambientales.

- Jorge Daniel Taillant

Indice

Agradecimientos	2
Consignas para el lector	4
Prefacio	5
Antecedentes	7
Acceso a Imágenes Satelitales	11
Especificaciones sobre El Proyecto Cerro Amarillo	13
La Historia Minera de Cerro Amarillo	14
La empresa Meryllion Resources	14
Permisos y Derechos y Actividades de Meryllion Resources en Cerro Amarillo	14
Clima	16
Hidrología de Cerro Amarillo	16
Ambiente Glaciar Visible en Imágenes Satelitales	17
El Ambiente Periglacial y los Suelos Congelados	21
Los Glaciares de Escombros (<i>o Glaciares de Roca</i>)	27
El Aporte Hídrico del Ambiente Periglacial	37
Negadores del Valor Hídrico del Ambiente Periglacial	41
Los Impactos de la Minería en los Glaciares y en los Ambientes Periglaciales	42
El Ambiente Periglacial y Glaciares en Cerro Amarillo	48
Inventario de Glaciares en Cerro Amarillo	49
Inventario de Glaciares (Preliminar) del IANIGLA	59
Coincidencias de Actividad Minera y Zonas con Glaciares y/o Ambiente Periglacial	60
Potenciales Impactos en Glaciares y Ambiente Periglacial por Cerro Amarillo	64
Conclusiones	65
Bibliografía Utilizada para este Informe	67
Bibliografía ONLINE sobre Impactos Antropogénicos en Glaciares	68
Sobre el Autor	71

Consigna para el lector:

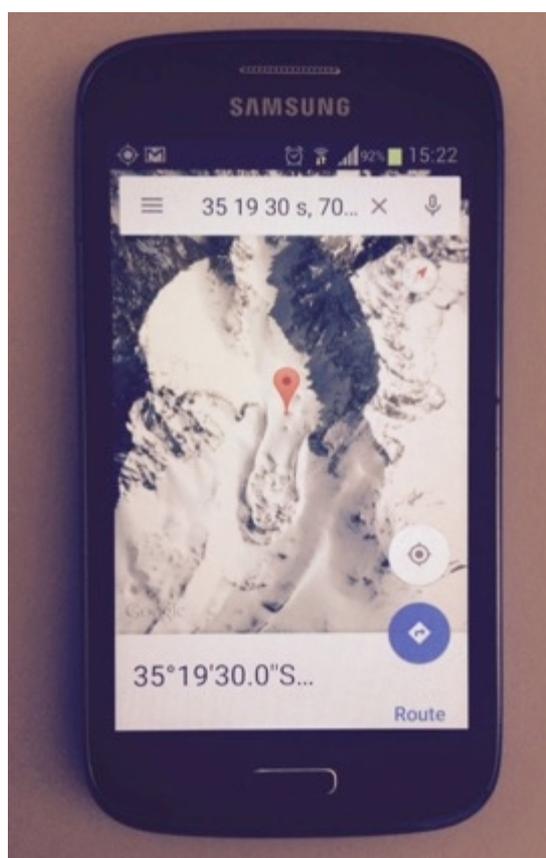
Este informe está específicamente pensado para que el lector pueda visitar virtualmente a los glaciares, glaciares de escombros y ambientes periglaciales mencionados en el informe, simplemente utilizando programas tales como Google *earth* o Google *maps*.

También es posible ver muchas de las imágenes en un teléfono celular inteligente. Simplemente se debe colocar el programa en modo "satélite". Abajo reproducimos una imagen de un glaciar de escombros de la concesión minera Cerro Amarillo reproducida en el programa "maps" de Google en el teléfono del autor de este informe. Para ver esta misma imagen en su teléfono inteligente, simplemente abrir Google *maps*, colocar el programa en modo satélite, e ingresar la dirección: **35 19 30 S, 70 13 59 W** tal cual está citada la coordenada aquí. Posiblemente deba alejar la imagen una vez que se carga, para ver el terreno más ampliamente, sino estará muy sobre el glaciar y no tendrá perspectiva!

También sugerimos al lector bajar el siguiente archivo *.zip*, y abrirlo en Google *earth*, para cargar el inventario de glaciares, ríos y concesión minera de Cerro Amarillo realizado por CEDHA. Simplemente debe bajar el archivo y guardarlo en algún lugar de su disco. Luego, desde Google *earth* lo puede abrir y quedarán los polígonos que indican los glaciares y otras referencias como ríos y arroyos, guardadas en su versión de Google *earth*.

Para bajar el archivo del inventario y polígonos del proyecto ir a:

http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2015/02/Cerro-Amarillo-Project-Polygons.kmz_.zip



Se pueden ver los glaciares de Cerro Amarillo en un teléfono celular!

Prefacio

por Romina Picolotti

Este informe aparece en un momento coyuntural en la evolución de la implementación de la Ley de Glaciares, la primer ley del mundo dedicada exclusivamente a la protección de los recursos criogénicos del planeta.

Resulta oportuno reflexionar sobre el hecho de que solamente el 2% del agua del Planeta es agua dulce, apta para consumo humano. De esa agua, $\frac{3}{4}$ partes está ubicada en los glaciares, la mayor parte en la Antártida y en el polo Norte. El resto está almacenada en glaciares de montaña, los que cumplen, a diferencia de los glaciares polares, el rol fundamental de almacenar y proveer agua de forma regulada a lo largo del año en épocas de sequía y de calor. Si no fuera por los glaciares de montaña y por el ambiente periglacial, muchos ríos del Planeta, serían ríos estacionales, y se secarían apenas acaban los deshielos de la primavera. Los glaciares de montaña abastecen a los ríos y cuencas que nutren de agua a la humanidad, a la agricultura y también a las industrias productivas.

Es aún más sorprendente pensar que antes de la adopción de la Ley de Glaciares en Argentina en el año 2008, aprobada por unanimidad en ambas cámaras del Congreso Nacional, *ningún país del mundo* había legislado a favor de la protección de los glaciares, emblemático recurso hídrico en peligro de extinción. La razón de esta laguna legislativa en la materia es principalmente el desconocimiento, la lejanía del recurso, y la escasa presencia humana en las alturas inhóspitas de los glaciosistemas terrestres. Es difícil proteger lo que no conocemos. Antes de la Ley de Glaciares, pocos argentinos sabíamos que en Jujuy, Salta, La Rioja, San Juan, inclusive en Tucumán, hay glaciares y que juegan un rol fundamental en el aporte de las cuencas hídricas.

Sin embargo, en aquél año, los legisladores argentinos trabajaron en conjunto con la Secretaria de Ambiente de la Nación y respondieron a la responsabilidad de proteger a este recurso vulnerable. Nadie dudó de la importancia del mismo ni se interpusieron debates en contra de proteger a nuestros glaciares. La primer ley del mundo de protección de glaciares, se aprobó sin oposición, sin comentarios, y sin modificaciones a las intenciones de quienes la propusieron. Sin embargo, tan solo días después de su votación unánime, presionada por intereses privados industriales, precisamente por un mega proyecto minero internacional emplazado en áreas de glaciares y de ambiente periglacial, Pascua Lama (de la empresa de extracción de oro más grande del mundo, Barrick Gold), la Presidente de la nación vetó la ley argumentando que la prohibición de la minería en zonas glaciales y en ambiente periglacial era "excesiva". También esgrimió en la justificación del veto que *no* era oportuno llevar a cabo estudios de impacto ambiental específicos para emprendimientos mineros en zonas glaciares; y que las provincias estaban en condiciones y eran idóneas para llevar a cabo el control de la actividad minera en su territorio, y que esto era suficiente para garantizar la protección de los glaciares y del ambiente periglacial en territorio provincial.

En aquélla oportunidad, yo renuncié a mi cargo como Secretaria de Ambiente de la Nación. Consideré equívoca la decisión de la Presidente, desde la Secretaria habíamos trabajado arduamente en lograr la protección por ley de este recurso estratégico amenazado y hasta dinamitado por empresas mineras lo que evidenciaba su estado de absoluta indefensión frente a un Poder Ejecutivo nacional y provincial incapaz de controlar a las empresas mineras, y ausente respecto a la protección ambiental de su actividad. La regla es la extracción y el saqueo de nuestro recursos a cualquier costo social y ambiental como lo demuestra la triste experiencia en La Alumbra en la provincia de Catamarca. Es mi entender que frente a la indefensión absoluta el Estado tiene el deber de intervenir, máxime cuando se trata de un recurso hídrico estratégico directamente vinculado al bienestar de las comunidades de la zona. He sido testigo del comportamiento inescrupuloso de ciertas empresas del sector minero frente a su responsabilidad ambiental.

Lamentablemente, el tiempo solamente ha confirmado lo que se evidenciaba en aquél momento. La minería sigue avanzando prácticamente sin control alguno sobre glaciares y ambiente periglacial. Hoy Pascua Lama, El Pachón, Los Azules, Del Carmen, Filo del Sol,

Famatina y tantos otros proyectos mineros ubicados en zonas de glaciares y ambiente periglacial, avanzan prácticamente sin controles ambientales.

Las autoridades provinciales, como la provincia de San Juan, dan el visto bueno a empresas como Barrick Gold en materia de glaciares, cuando la misma empresa en el mismo proyecto (Pascua Lama) en el país limítrofe de Chile, está judicialmente suspendida justamente por su impacto en glaciares y ambiente periglacial. Mientras tanto, las autoridades nacionales, tanto la Secretaría de Ambiente como la Secretaría de Minería, incumplen su deber de implementar la ley de glaciares y proveer información al IANIGLA sobre la presencia de minería en zonas de glaciares y de ambiente periglacial para que realicen los inventarios y estudios pertinentes y prioritarios para asegurar que la actividad industrial no impacte en el recurso criogénico.

A más de cuatro años de la promulgación del *Régimen de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial, Ley No. 26.639*, aún no conocemos en Argentina *ni un solo inventario prioritario de glaciares* en zonas de actividad industrial *ni un estudio de impacto* en glaciares de proyectos prohibidos en zonas de glaciares y ambiente periglacial tal como lo establece el artículo 15 de la referida ley.

Este informe de CEDHA es uno más en una serie de informes realizados específicamente para visibilizar información que los ciudadanos tenemos derecho a conocer. Evidencia de manera contundentemente la coincidencia de la actividad minera con recursos de hielo, tanto glaciares como ambiente periglacial. Es un nuevo llamado a acción para las autoridades públicas y responde a la desazón y urgencia expresada por las comunidades que dependen del deshielo de los glaciares y del ambiente periglacial. Es una obligación inexcusable y conteste con lo expresado por la población avanzar en la implementación de la ley de glaciares. La inacción tiene un costo: el daño ambiental a nuestros recursos hídricos es irreversible.

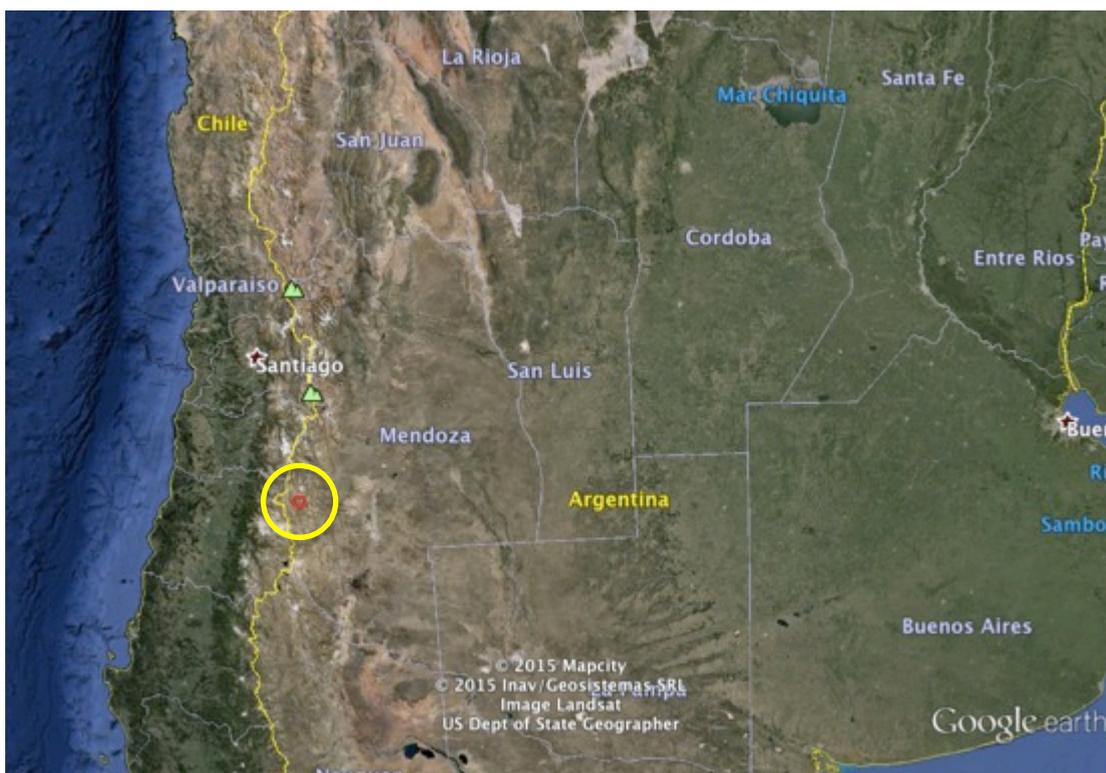
La Legislatura de Mendoza oportunamente frenó el emprendimiento de Cerro Amarillo de *Meryllion Resources* hasta tanto se complete el inventario oficial de glaciares y de ambiente periglacial que se está llevando a cabo en el IANIGLA, pero también debe aguardar que se complemente el inventario con un estudio más profundo sobre el riesgo y sobre los impactos que se pueden esperar si se aprueba la profundización del proyecto Cerro Amarillo.

El presente informe se ocupa exclusivamente de este proyecto e identifica los glaciares y el ambiente periglacial en su zona de influencia. Esperamos que el mismo contribuya a la implementación efectiva de la ley y a fortalecer nuestro estado de derecho, tan necesario frente a intereses mezquinos que están en franca contradicción con nuestra suave patria.

Antecedentes

El siguiente informe tiene como objetivo analizar y *advertir* sobre riesgos de impacto *actual o eventual* en recursos de glaciares y de ambiente periglacial de la actividad minera en la zona de concesión del proyecto minero Cerro Amarillo, hoy en exploración por la empresa [Meryllion Resources](#) de Canadá. Surge la preocupación del autor de este informe sobre un eventual riesgo y/o impacto a glaciares y a ambiente periglacial, visto que la concesión del proyecto se encuentra en, o *cercano a*, zonas con presencia de glaciares descubiertos, glaciares de escombros y/o de ambiente periglacial. Considerando que la legislación Argentina actualmente vigente prohíbe la actividad minera que impacte a glaciares, a glaciares de escombros o a ambiente periglacial, es importante asegurar que cualquier actividad industrial o minera llevada a cabo en esta concesión o en su cercanía, por cualquier empresa o agencia del estado, se adecúe a la legislación vigente. También es importante que los funcionarios públicos a cargo de la otorgación de permisos y de derechos extractivos, y de los controles ambientales sobre la actividad minera en la zona de la concesión, sean conscientes sobre estos riesgos.

Surge de información públicamente accesible en Internet, que el proyecto minero *Cerro Amarillo* es actualmente un proyecto en exploración que apunta eventualmente a extraer cobre, molibdeno y oro (Cu, Mo, Au) y se ubica en el departamento de Malargüe Mendoza, Argentina y abarca terrenos ubicados en cerros de los Andes Centrales, entre estos, los cerros Aperó, Vaca de Cobre, Cerro Choro, Cajón Grande y La Blanca. A continuación ofrecemos tres imágenes que sirven para ubicar el proyecto geográficamente. La concesión minera es el polígono rojo.



Zona de Proyecto Cerro Amarillo (Meryllion)



Detalle de la Concesión Minera – Cerro Amarillo



Detalle de la zona del proyecto Cerro Amarillo; Fuente *Meryllion Resources*

Según informa la empresa *Meryllion Resources* (quien actualmente posee los derechos de exploración sobre la concesión, y quien ya ha realizado actividades de exploración), en su página de internet (<http://meryllionresources.com/s/cerro-amarillo.asp>), la concesión de Cerro Amarillo se ubica a una altitud promedio de 3,000 msnm con una amplitud altitudinal entre 2,000 y 3,800 msnm. También informa la empresa que habría sustanciales recursos minerales en la concesión, lo que hace atractivo para cualquier empresa minera explotar este recurso. Según *Meryllion Resources*, “mucho de la zona del proyecto recibe nieve desde el mes de mayo hasta el mes de noviembre, lo que solamente habilita las tareas de exploración minera desde principios de diciembre hasta fines de abril”. También agrega que la concesión cuenta con amplios recursos hídricos.¹

Si bien la presencia de nieve durante los meses invernales no es necesariamente una indicación de presencia de glaciares o de ambiente periglacial, el *prolongado invierno* que hace difíciles las tareas de exploración, *los pocos meses de accesibilidad*, y la *altitud elevada* de la concesión *sí son* indicadores preliminares de que podría haber glaciares y también suelos congelados del ambiente periglacial en la concesión. Además, la zona ya es conocida entre glaciólogos, por albergar muchos glaciares y también ambiente periglacial. Mendoza es una de las provincias con el mayor número de glaciares en la República Argentina (posiblemente es la provincia Argentina que más glaciares alberga) y ya es conocido que esta zona de la cordillera andina es rica en recursos criogénicos (en este caso, glaciares y también ambiente periglacial) de alto valor hídrico. El ambiente periglacial, a diferencia de los glaciares blancos descubiertos más conocidos, son suelos congelados saturados en hielo, que funcionan, al igual que los glaciares comunes, como reservas hídricas y como reguladores de cuencas, proveyendo agua en meses calurosos y secos. Es por este motivo que la ley los protege.

En un reciente informe publicado en el año 2012 producido por el Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), se denota que en la zona geográfica más al norte (y no muy lejana a la concesión minera Cerro Amarillo), conocida como Cordón del Plata, se encuentran glaciares de escombros y glaciares descubiertos aproximadamente a partir de los 3,200 y 4,100 msnm, respectivamente.²

Vale aclarar que a medida que nos acercamos a los polos terrestres, se encuentran glaciares en altitudes cada vez más bajas por lo que podemos suponer sin siquiera revisar imágenes del terreno, que más al sur del Cordón del Plata (Cerro Amarillo está más al sur), hay probabilidad de encontrar glaciares y/o ambiente periglacial en altitudes similares o inclusive más bajas. En y entorno al centro de esquí Las Leñas (que está tan solo a 10km de la concesión de Cerro Amarillo), por ejemplo, podemos evidenciar glaciares de escombros activos a altitudes mínimas de 2,900 msnm.³

Visto que Cerro Amarillo se ubica entre 2,000 y 3,800 metros, y que está más al sur que el Cordón del Plata, y también de Las Leñas, podemos suponer que fácilmente podrían haber también glaciares y ambientes periglaciales entorno a los 3,000 msnm. Evidentemente los terrenos y los microclimas entre sitios pueden variar mucho, y esta suposición no es suficiente para llegar a conclusiones certeras sobre la presencia de glaciares o de ambiente periglacial en Cerro Amarillo, pero sí es un indicador básico y lógico que nos obliga a tomar precauciones antes de autorizar cualquier tipo de actividad industrial en estas zonas, pidiendo primeramente los correspondientes estudios y relevamientos necesarios para proteger los recursos glaciares y el ambiente periglacial.

¹ ver: <http://meryllionresources.com/s/cerro-amarillo.asp>

² ver: http://www.glaciaresargentinos.gob.ar/informes/MZ_ING_Plata_31_10_13.pdf; p. 24

³ ver por ejemplo:

a) 35°08'19.75" S 70°07'20.79" W

b) 35°09'46.54" S 70°09'30.20" W



Cerro Amarillo está a más de 250km al sur del Cordón del Plata (donde hay ricos ambientes glaciares y periglaciares), por lo que la presencia de glaciares y de ambiente periglaciares a altitudes similares (o más bajas) es altamente probable.

Si bien hoy, en cumplimiento con la ley nacional argentina 26.639, de protección de glaciares se encuentra en elaboración un inventario oficial de los glaciares, glaciares cubiertos y de algunos elementos del ambiente periglacial (no todos) como por ejemplo los glaciares de escombros—el inventario se lleva a cabo por el Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y de Ciencias Ambientales (IANIGLA)—dicho inventario aun no está completo, ni tampoco revelará de manera acabada al ambiente periglacial de la zona en cuestión. Además, ni el IANIGLA, ni la Secretaria de Ambiente de la Nación (la autoridad de aplicación de la ley de glaciares), ni la Secretaria de Minería de la Nación, y tampoco las autoridades provinciales han cumplido hasta la fecha, con la estipulación establecida en el Artículo 15 de la Ley de Glaciares⁴, que llama a realizar dentro de los 180 días de sancionada la ley (fecha que se cumplió en Abril del 2011) un *inventario prioritario* y un estudio de impacto específico en zonas donde hay glaciares y/o ambiente periglacial y actividad que puede afectarlos. En el caso de la concesión minera Cerro Amarillo, ese inventario debería haberse completado para

⁴ ver: <http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2011/04/ley-glaciares-definitiva.pdf>

ARTÍCULO 15.- Disposición transitoria. En un plazo máximo de SESENTA (60) días a partir de la sanción de la presente ley, el IANIGLA presentará a la autoridad nacional de aplicación un cronograma para la ejecución del inventario, el cual deberá comenzar de manera inmediata por aquellas zonas en las que, por la existencia de actividades contempladas en el artículo 6o, se consideren prioritarias. En estas zonas se deberá realizar el inventario definido en el artículo 3o en un plazo no mayor de CIENTO OCHENTA (180) días.

Al efecto, las autoridades competentes deberán proveerle toda la información pertinente que el citado instituto le requiera.

Las actividades descritas en el artículo 6o, en ejecución al momento de la sanción de la presente ley, deberán, en un plazo máximo de CIENTO OCHENTA (180) días de promulgada la presente, someterse a una auditoría ambiental en la que se identifiquen y cuantifiquen los impactos ambientales potenciales y generados. En caso de verificarse impacto significativo sobre glaciares o ambiente periglacial, contemplados en el artículo 2o las autoridades dispondrán las medidas pertinentes para que se cumpla la presente ley, pudiendo ordenar el cese o traslado de la actividad y las medidas de protección, limpieza y restauración que correspondan.

Abril del 2011. Estamos a 4 años de esa fecha y aun no se ha terminado, lo que implica un incumplimiento de deberes de funcionario público para todos los responsables.

Es por esta falta de las autoridades públicas y legalmente responsables, que el Centro de Derechos Humanos y Ambiente (CEDHA), quien ya ha realizado numerosos estudios de impactos y riesgos mineros en zonas de glaciares y de ambiente periglacial, adelanta este informe con el objeto de *advertir* sobre los riesgos aparentes y evidentes de la actividad minera en la zona de concesión de Cerro Amarillo. Además de advertir a la sociedad y a las autoridades públicas sobre dichos riesgos, también ofrece un *relevamiento preliminar* de glaciares y de ambiente periglacial probable en la concesión del proyecto minero Cerro Amarillo. Esta advertencia es extendida sobre todo a funcionarios públicos y a legisladores que deben decidir sobre los permisos que se podrían otorgar (o negar) a la empresa *Meryllion Resources* o a cualquier otra empresa para realizar actividades en la concesión. También alertamos y llamamos a otros funcionarios de las diversas reparticiones nacionales y provinciales para que cumplan con su deber de controlar y revisar las condiciones en las cuales se podría dar viabilidad a este o a otros emprendimientos en la zona.

El Acceso a Imágenes Satelitales

Para poder realizar un relevamiento y estudio acabado de glaciares y/o de ambiente periglacial, lo más importante desde el punto de vista técnico es contar con imágenes satelitales actualizadas (de años diversos secuenciales) y de alta resolución tomadas en días despejados y preferentemente sin cobertura de nieve estacional. En dichas imágenes, podemos identificar fácilmente a glaciares, a glaciares de escombros (glaciares con alto contenido de piedra, que están por debajo de la superficie de la tierra), y en algunos casos también podemos identificar algunos otros elementos del ambiente periglacial, como por ejemplo, suelos congelados reptantes, que también son importantes recursos hídricos.

Generalmente son empresas satelitales privadas las que venden dichas imágenes, aunque se pueden obtener buenas imágenes públicas en programas accesibles por todos, como por ejemplo, *Google earth*. También agencias públicas, como por ejemplo, agencias espaciales, ofrecen imágenes para quienes desean verlas. En algunos casos estas imágenes tienen un costo elevado, mientras que en otros casos, pueden ser brindadas por el estado gratuitamente. En Argentina la CONAE (la Comisión Nacional de Asuntos Espaciales), un organismo del Estado Nacional, cuenta con imágenes satelitales de alta calidad. La CONAE, a través de su estatuto, establece la posibilidad de realizar convenios con otros organismos y también con organizaciones de la sociedad civil, para compartir estas imágenes, sobre todo cuando el uso de las imágenes tiene un fin de interés público.

Lamentablemente cuando nuestra organización, CEDHA, empezó en el año 2010 a estudiar y relevar información satelital de conflictos entre la minería y recursos glaciares, la dirección política de la CONAE, en convivencia con la Secretaría de Ambiente de la Nación, obstruyó y denegó el pedido de CEDHA para acceder a estas imágenes, argumentando que no era necesario que una ONG realizara estos relevamientos de glaciares ya que había organismos del estado (como el IANIGLA) que ya estaban realizando un inventario de glaciares. Este rechazo no solamente fue una violación del derecho de acceso a la información pública ambiental, sino que demuestra una intención maliciosa y lamentable del poder ejecutivo, que no tiene otro fin que esconder información que revelaría su incumplimiento con los deberes de funcionario público en la implementación de la Ley de Glaciares.

Recordemos que fue el mismo gobierno nacional actualmente en ejercicio el que vetó la Ley de Glaciares en su primer aparición en el año 2008, por la presión ejercida en su contra por empresas (como Barrick Gold) y otros intereses mineros, como la presión ejercida por la Secretaría de Minería y por provincias que hoy promueven la minería en zona de glaciares (como por ejemplo las provincias de San Juan, Catamarca, La Rioja y Jujuy). Esta no es una valoración u opinión del autor, sino que es precisamente la justificación que la misma presidencia de la nación ofreció para sustentar el veto de la Ley de Glaciares en aquél año.⁵

⁵ Ver: <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/146980/norma.htm>

También recordamos que en aquél momento, la entonces Secretaria de Ambiente de la Nación, Romina Picolotti, hoy Presidente de CEDHA, renunció a su cargo como titular de la cartera ambiental nacional, precisamente debido al veto a la Ley de Glaciares por la actual presidente, y por la falta de voluntad del actual gobierno de proteger debidamente al recurso de hielo. La actuación negligente del gobierno nacional respecto a la protección de los recursos criogénicos, y su falta de voluntad de hacer cumplir la ley nacional, demostrada en reiteradas oportunidades desde la aprobación de la Ley de Glaciares a la fecha, y por la falta de cumplimiento con los plazos establecidos por la ley, son síntomas lamentables de la convivencia y complicidad del actual gobierno con la violación sistemática de la legislación ambiental por algunos actores del sector minero.

Es realmente penoso que el estado argentino hoy deniegue información ambiental a organizaciones ambientales de la sociedad civil que intentan educar a la sociedad sobre glaciares, difundir información sobre los riesgos que afrontan los glaciares, y que intentan, por el interés público y por la protección del ambiente, hacer cumplir la ley.

De todas maneras, recurriendo a otros organismos estatales de otros estados (*extranjeros*), y también a organismos privados del exterior, así como mediante el uso de las múltiples imágenes disponibles gratuitamente en Google *earth* y desde otras fuentes, hemos podido obtener suficientes imágenes satelitales de alta calidad para realizar nuestros inventarios de glaciares y de ambientes periglaciales.

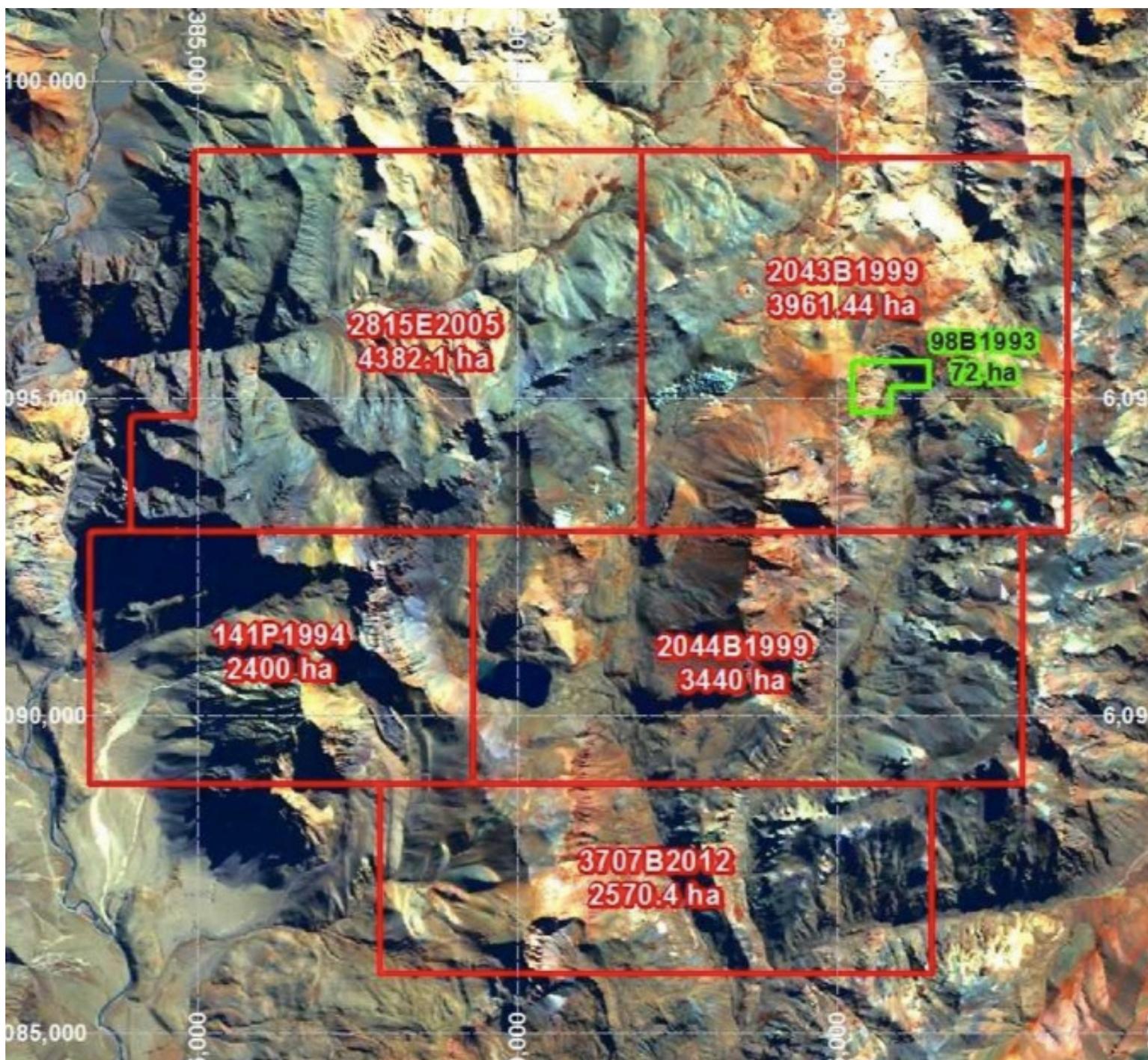
Especificaciones sobre El Proyecto Cerro Amarillo

Según la empresa *Meryllion Resources*, la concesión del proyecto Cerro Amarillo consiste en 168km², a una elevación promedio de 3,000 msnm con una amplitud de elevación de entre 2,000 y 3,800 msnm.

Cerro Amarillo se ubica a unos 60 km al Noroeste de la localidad de Malargüe y a tan solo 10 km (a vuelo de pájaro) del complejo de esquí Las Leñas. Cabe mencionar que el complejo de esquí de Las Leñas, se ubica sobre un complejo ambiente periglacial, incluyendo varios glaciares de escombros activos y también inactivos. Como tal, y considerando su emplazamiento, la empresa a cargo de Las Leñas también debería realizar un estudio de impacto en glaciares y ambiente periglacial del centro de esquí.

El corazón de la concesión del proyecto Cerro Amarillo se ubica aproximadamente en las siguiente coordenadas (visible en el programa de mapas de un teléfono inteligente):

35 18 12 S, 70 11 27 W



La Historia Minera de Cerro Amarillo

La propiedad Cerro Amarillo fue descubierta por primera vez por *Minera Aguilar* (St. Joe Minerals) en el año 1970. *Solitario* realizó estudios y muestras adicionales en el año 1994-95 en la zona de Cajón Grande. En 1995-96, *Phelps Dodge* realizó mapeos adicionales y en los años 1996-97 el trabajo exploratorio continuó por la empresa *BHP Billiton*. En 1998 *Billiton* participó con mapeo magnético de la concesión, y en 1999 *IMA* repitió actividades originales de Aguilar. La propiedad luego fue intervenida por *MIM/Xstrata*. En 2006 *Latin American Minerals* realizó exploraciones y en 2008-2009 *Constitution Mining* también realizó mapeos. Finalmente en el año 2011-2014 *Meryllion Resources* continuó la tarea de mapeo en Cajón Grande y actividades de prospección en La Blanca y luego en Vaca de Cobre y Cerro Choro, Cerro Apero y Cajón Grande.

La empresa Meryllion Resources

Meryllion Resources es una empresa canadiense que cotiza en la Bolsa de Comercio de Toronto (TSX Venture Exchange: MYR, y opera en Argentina bajo el nombre de su subsidiaria, *Meryllion Minerals Corporation (MMC)* y *Meryllion Argentina, SA (MAS)* y mantiene derechos en Argentina sobre dos proyectos, Cerro Amarillo y Providencia (en la provincia de Jujuy).

En Julio de 2014, *Meryllion Resources* publicó un informe técnico⁶ (el que ha informado extensivamente a este informe de CEDHA), y presentó en el mismo año, un estudio de evaluación ambiental a la provincia de Mendoza (informe que CEDHA no ha podido obtener a pesar de solicitar dicho informe a la empresa).

Si bien se le ofreció a *Meryllion Resources* publicar un comentario en este informe sobre las conclusiones y el inventario de CEDHA, la empresa no hizo efectiva esa oportunidad.

Permisos, Derechos y Actividades de Meryllion Resources en Cerro Amarillo

En el Informe Técnico de *Meryllion Resources* sobre Cerro Amarillo, la empresa indica haber comprado los derechos sobre la concesión y una opción de compra a los Srs. Jorge Bengochea y Lydia Espizua⁷, pagando una suma de US\$300,000 durante los años 2010 a 2014, y deberá aun pagar un restante de US\$400,000 por el período 2015-2016. Si la empresa luego pretende explotar la concesión, deberá abonar la suma de US\$2,5 millones y los dueños además recibirían el 1% de la comercialización de la concesión. También se otorgaron derechos superficiales de exploración de la empresa Valles de Las Leñas, SA, operarios del centro de esquí Las Leñas.⁸

Según la información obtenible en la página de internet de la empresa *Meryllion Resources*, a la fecha se han realizado las siguientes tareas durante las temporadas 2011/2012 y 2012/2013:

- Prospecciones y muestras en la mayor parte de la propiedad;
- Mapeo geológico detallado de Cerro Apero, Vaca de Cobre, Cerro Choro, Cajón Grande y La Blanca;
- Muestras geotérmicas en Cajón Grande y Vaca de Cobre, y también muestras de talud en Blanca y Cerro Choro

⁶ ver: http://meryllionresources.com/i/pdf/reports/CA_43-101.pdf

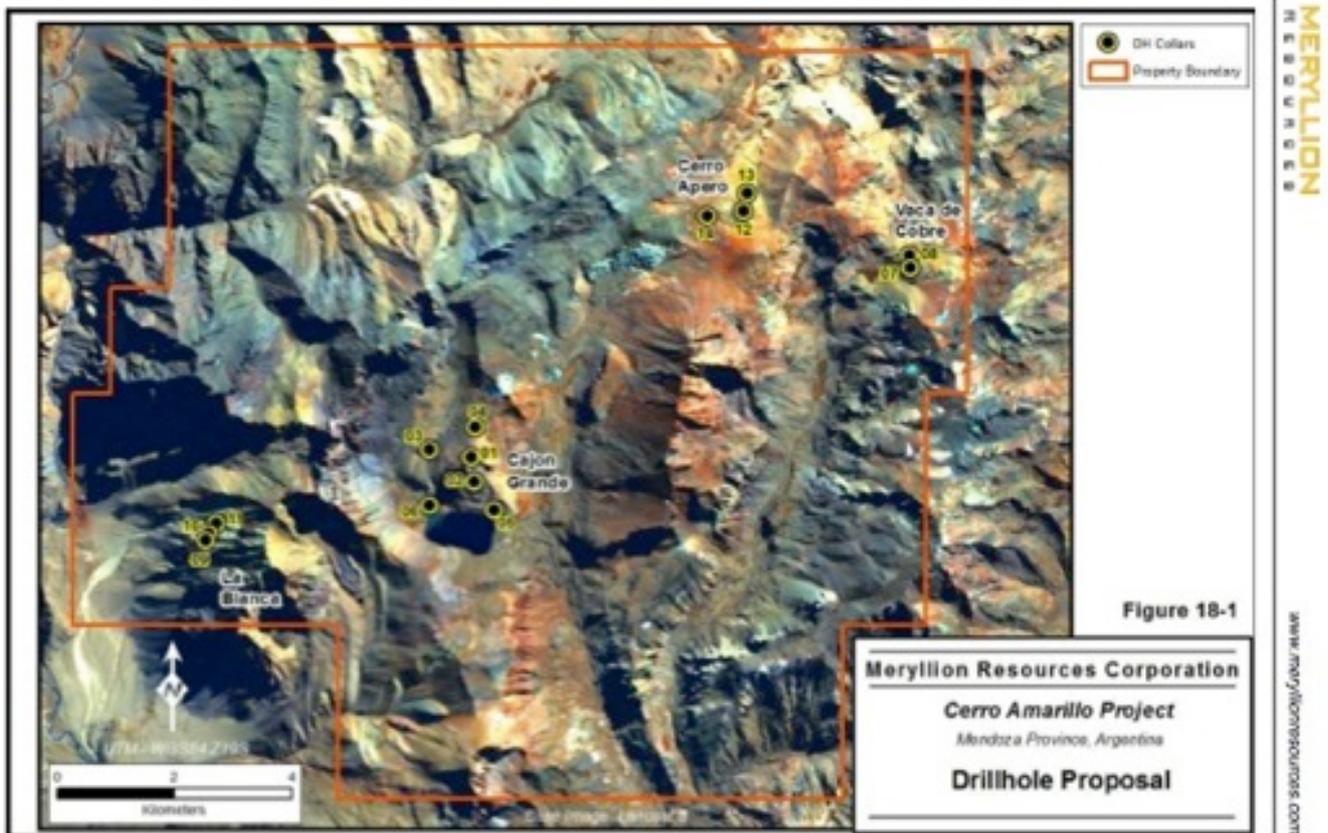
⁷ Es importante notar que Lydia Espizua, geóloga y especialista en glaciología, es actualmente profesional de planta del IANIGLA. Los técnicos del IANIGLA son quienes están llevando a cabo el inventario de glaciares en la zona de Cerro Amarillo. En conversaciones con la dirección del IANIGLA durante la preparación de este informe respecto a este caso, y respecto a un evidente posible conflicto de interés de un profesional del IANIGLA con las tareas de evaluación de impacto minero en glaciares que debe llevar adelante el IANIGLA, ya que los beneficios personales de uno de sus miembros serían afectados negativamente si el IANIGLA determinara la presencia de glaciares y ambiente periglacial donde la empresa quiere realizar tareas, el IANIGLA sostuvo que Lydia Espizua no estaría participando en las tareas de relevamiento de glaciares en la zona de Cerro Amarillo.

⁸ *Technical Report on the Cerro Amarillo Project*. Pp. 4-5 y 4-6

- Mapeo de polarización inducida sobre Cajón Grande y Cerro Apero
- Mapeo magnético y radiométrico en helicóptero en toda la concesión

No existen caminos dentro de la concesión minera, haciendo su acceso restringido. La empresa *Meryllion Resources* indica que sus trabajos de toma de muestra fueron realizados llegando al proyecto a caballo y en helicóptero, lo que coincidiría con las imágenes satelitales revisadas que no evidencian caminos introducidos en la zona.

Dado el bueno resultado de las muestras obtenidas, la empresa pretende seguir su trabajo en una siguiente etapa minera con 5,300 metros de perforaciones en 14 locaciones de la concesión. A continuación reproducimos un mapeo de los sitios proyectados para perforaciones (la información es de la propia empresa):



Mapa de la concesión ofrecido por la empresa que indica los futuros sitios de perforación.
Fuente: *Meryllion Resources*

Según la legislación mendocina, la empresa debe obtener permisos de la legislatura de la provincia para continuar sus actividades de exploración en la concesión. Según se informó recientemente, la legislatura frenó el avance de dichas tareas hasta tanto se complete el relevamiento de glaciares y de ambiente periglacial en curso por el IANIGLA.⁹ *Meryllion Resources* anuncia en un comunicado de prensa con fecha del 1 de diciembre de 2014, que

⁹ ver:
<http://www.portalminero.com/display/NOT/2014/10/21/Mendoza,+se+frena+el+proyecto+Cerro+Amarillo+y+avanza+Hierro+Indio>

“Luego de la evaluación de información recientemente obtenida, respecto al estado de la declaración de impacto ambiental, la empresa ha concluido que es poco probable que podrá realizar actividades de perforación programadas para el 2015 en Cerro Amarillo”.¹⁰

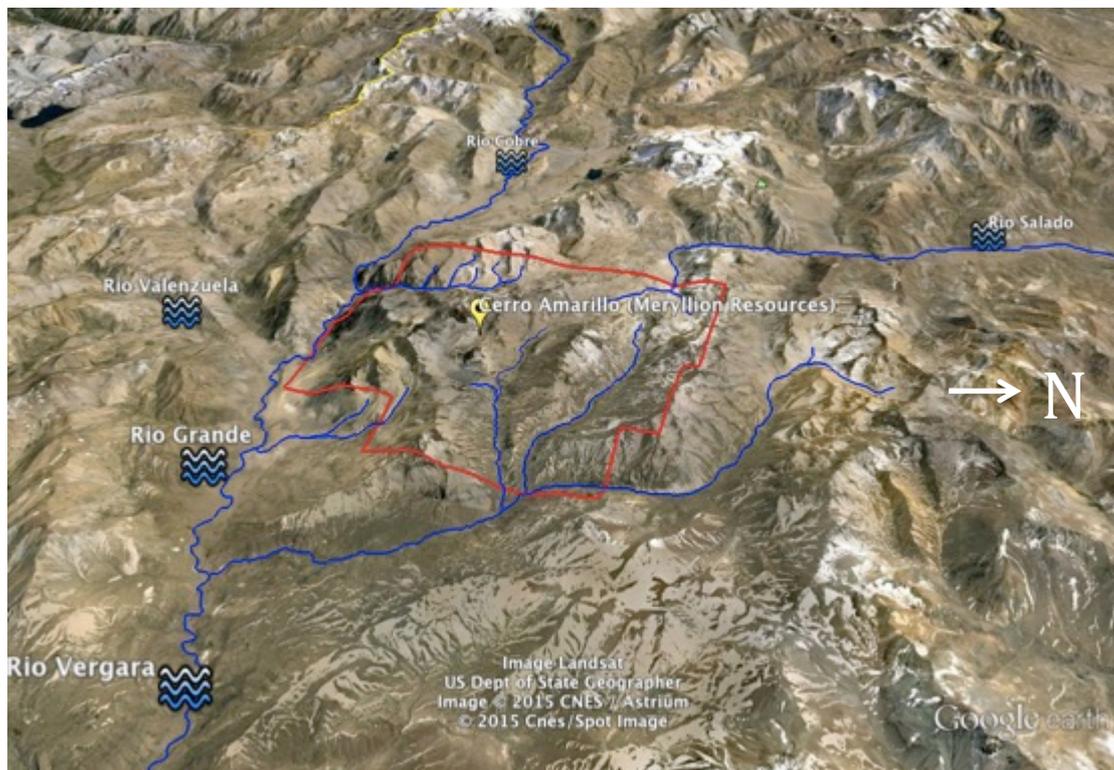
Clima

La mayor parte de la superficie de la concesión recibe nieve durante los meses de mayo a noviembre, lo cual permite actividades mineras solamente durante los meses de diciembre a abril.

Hidrología de Cerro Amarillo

La empresa también indica que la zona de la concesión cuenta con amplio recurso hídrico, tanto en la misma concesión o proveniente del Río Grande al oeste de la misma.¹¹

La concesión se ubica principalmente en la Cuenca del Río Grande y una parte (noreste) desemboca en la Cuenca del Río Salado por el Arroyo El Desecho. La concesión incluye cuatro principales quebradas, el Cajón de los Oscuros en el noroeste, y el Cajón Grande, Cajón Chico y Cajón del Infiernillo en la zona sur. Existe una laguna al pie del Cajón Grande llamada Laguna del Cajón Grande.



Concesión de Cerro Amarillo (polígono rojo) y los principales ríos en su entorno.
Fuente CEDHA/Google earth

Los ríos y arroyos que nutren hidrológicamente los cerros ubicados en el concesión, abastecen importantes cuencas hídricas, principalmente la cuenca del Río Salado y la cuenca del Río Grande (que es a su vez afluentes del Río Colorado). También aportan agua a la cuenca del Río Atuel, que nutre a varias localidades de Mendoza, entre estas la ciudad de San Rafael. Estos ríos son importantes proveedores hídricos de las provincias de

¹⁰ ver: <http://www.marketwired.com/press-release/drilling-permit-update-regarding-meryllions-cerro-amarillo-project-in-argentina-tsx-venture-myr-1972927.htm>

¹¹ Ver: <http://meryllionresources.com/s/cerro-amarillo.asp>

Mendoza, Neuquén, Río Negro, La Pampa y Buenos Aires. El Río Grande es el río más caudaloso de la Provincia de Mendoza.

Ambiente Glaciar Visible en Imágenes Satelitales

Como primer e importante aclaración para sustentar el trabajo presentado en este informe, debemos detenernos a considerar el valor de imágenes satelitales para el relevamiento de glaciares, sobre todo porque ha habido algunas personas, principalmente en el sector minero que han declarado que los trabajos de relevamiento de glaciares por imágenes satelitales son meramente “trabajos de escritorio” y no tienen validez si no son acompañados por visitas técnicas *in situ*.¹² Esta afirmación por representantes del sector minero es simplemente falsa. Notamos lo dicho por el principal y más importante instituto de glaciología de Latinoamérica, el IANIGLA, quien sostiene:

“La interpretación de imágenes satelitales por un operador experimentado **es considerada aún la mejor herramienta para extraer información de alto nivel sobre los diferentes tipos de glaciares**. Aunque la digitalización manual puede resultar muy tediosa, un operador capacitado y conocedor de la región puede producir generalmente delineaciones precisas y de alta confiabilidad.” (IANIGLA. Fundamentos y Cronograma ... p. 34; *la negrita es nuestra*)

Si bien es cierto que a veces (no en todas) se necesitan visitas *in situ* para confirmar o descartar una observación analítica preliminar basada en una imagen satelital, la presencia de glaciares y de glaciares de escombros, y en algunos casos de otros elementos del ambiente periglacial, sí son fácilmente identificables por imágenes satelitales.

En la imagen a continuación, extraída del informe técnico del proyecto Cerro Amarillo, preparado por *Meryllion Resources*, tomada por el satélite *Landsat*, probablemente en un mes al final de la época estival (febrero o marzo), podemos identificar algunas zonas con probable presencia de hielo perenne—*lo que sería hielo glacial*. Una definición muy simple de hielo glacial, es hielo que perdura por al menos dos ciclos anuales que incluya veranos. Es decir, si el hielo en la montaña sobrevive dos veranos seguidos, se considera hielo glacial!

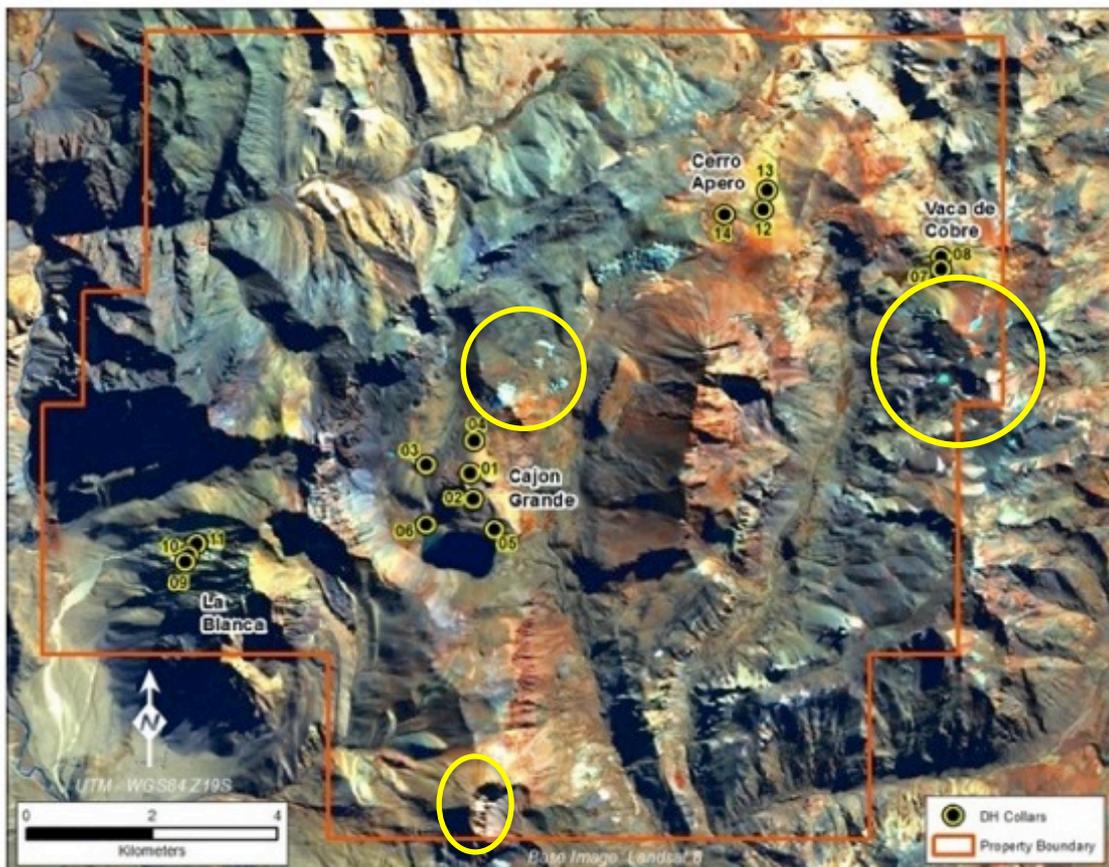
Recordemos lo que dice la Ley de Glaciares respecto a la definición de glaciares (notamos que no hay un “tamaño” necesario, sino todo lo contrario, el glaciar se define por la característica del hielo y no por la magnitud del mismo:

ARTÍCULO 2o.- Definición. A los efectos de la presente ley, se entiende por glaciar toda masa de hielo perenne estable o que fluye lentamente, con o sin agua intersticial, formado por la recristalización de nieve, ubicado en diferentes ecosistemas, cualquiera sea su forma, dimensión y estado de conservación. Son parte constituyente de cada glaciar el material detrítico rocoso y los cursos internos y superficiales de agua.

Debemos tener en cuenta (y así lo hace la Ley de Glaciares) que una seguidilla de inviernos muy cargados de nieve y años de prolongadas bajas temperaturas pueden recargar glaciares y también generar glaciares pequeños (glaciaretos o manchones de nieve/hielo) temporarios, que duran un tiempo breve pero que son importantes para suplementar y sostener el aporte hídrico al ecosistema durante períodos más calurosos o secos. Estos “pequeños glaciares” también están protegidos por la Ley de Glaciares.

Si analizamos dos o tres imágenes tomadas en distintos años y secuenciales de un mismo lugar, podemos decir que hay hielo perenne cuando la acumulación de hielo es igual año tras año, y conserva en verano, una forma muy similar año tras año. Con la herramienta de “tiempo” de Google *earth* podemos ver casos de este tipo muy fácilmente. En las siguientes imágenes, tomadas desde Google *earth*, hemos indicado los sitios de interés con óvalos amarillos. Estos serían zonas donde el hielo sobrevive el calor del verano (hielo perenne) y sería por lo tanto y por definición, hielo glacial.

¹² Esta es por ejemplo la crítica de Javier Ochoa, Jefe de Operaciones de El Pachón de Xstrata Copper, al trabajo de relevamiento de glaciares de CEDHA. Ver: <http://www.miningpress.com.pe/nota/110863/argentina-glaciares-ms-cruces-entre-xstrata-pachn-y-la-ong-de-picolotti->

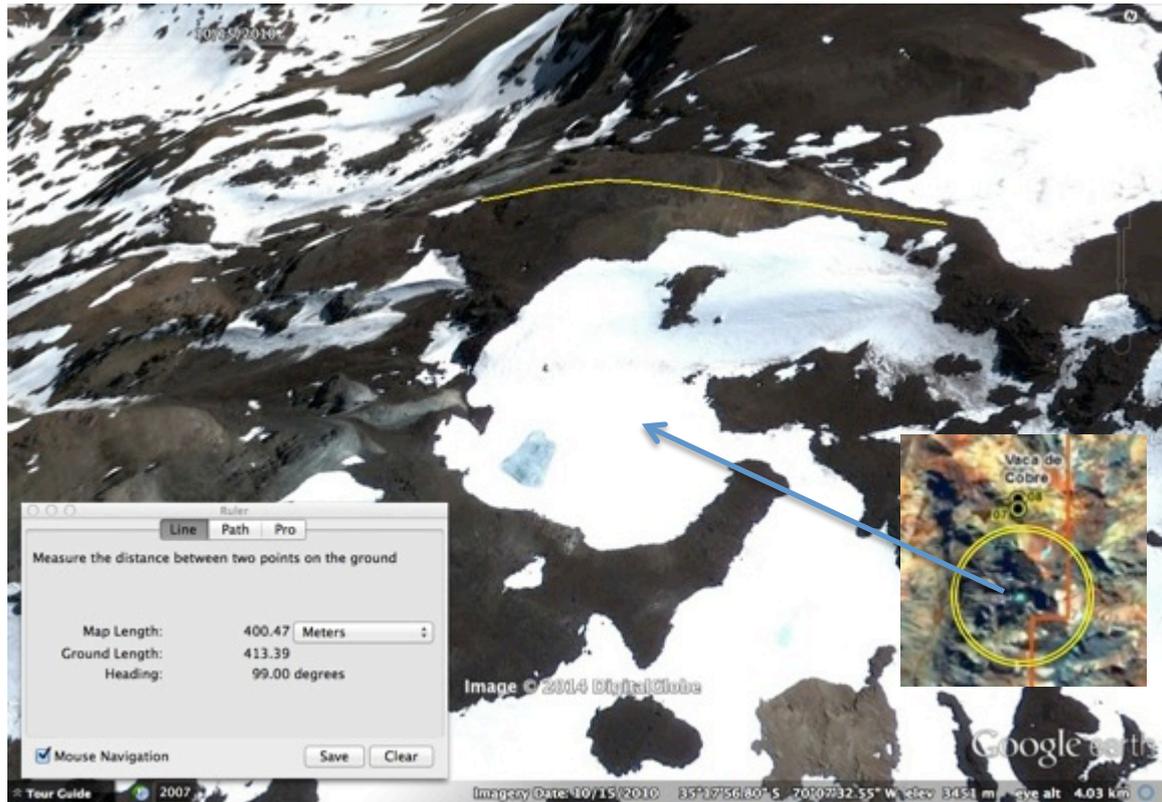


2014/2015 Drill Targets

Imagen satelital publicada por Meryllion Resources que muestra zonas de *hielo descubierto* en la concesión. Fuente: <http://meryllionresources.com/s/cerro-amarillo.asp>

Para tener una mejor idea del tamaño de estos cuerpos de hielo podemos acercarnos a uno de ellos utilizando un programa como Google *earth*. En este caso se trata de un pequeño glaciar ubicado en el extremo *Este* de la concesión (al sur del Cerro Vaca de Cobre), en las coordenadas: 35 17 51 S, 70 07 31 W (se ve perfectamente en un teléfono inteligente con un programa de mapas en modo satélite—simplemente ingresar la coordenada tal cual se presenta aquí). Este glaciar tiene aproximadamente 400 metros de largo y 200 metros de ancho, por una superficie total de 80,000m², o 8 hectáreas de hielo.

En la secuencia de imágenes de los años 2006, 2010 y 2013, vemos que la zona con hielo mantiene su forma año tras año, indicando la casi segura presencia de hielo perenne.



Febrero 2006



Marzo 2010



Octubre 2013

Haciendo un cálculo rápido y muy estimativo del contenido hídrico de este hielo glacial, supondremos un espesor mínimo de 3 metros (seguramente es mayor).

$$400\text{m} \times 200\text{m} = 80,000\text{m}^2$$

$$80,000\text{m}^2 \times 3 \text{ metros de espesor} = 240,000\text{m}^3$$

$$1\text{m}^3 \text{ de hielo} = \text{aproximadamente } 1,000 \text{ litros de agua}^{13}$$

entonces: este glaciar conserva 240,000,000 litros de agua (240 millones de litros)

Si consideramos que por persona consumimos aproximadamente 200 litros de agua por día para tomar, para higiene y para usos domésticos, entonces, este pequeño glaciar cuya agua nutre por ejemplo a la población del departamento de Malargüe (población 29,000), contiene agua suficiente para que todos los habitantes del departamento de Malargüe consuman toda su agua necesaria durante más de un mes (41 días).¹⁴

¹³ En realidad, un metro cúbico de hielo contiene un poco más de 900 litros de agua, pero hemos redondeado la cifra para hacer más simple el cálculo para arrojar un resultado conservador. De igual manera y seguramente el glaciar tiene varios metros más de espesor y por lo tanto la cantidad de agua que contiene es sustancialmente mayor al cálculo arrojado.

¹⁴ Este cálculo se realiza de la siguiente manera:
 $240,000,000 \text{ litros} / 29,000 \text{ habitantes} = 8,276 \text{ litros por habitante}$
 $8,276 \text{ litros} / 200 \text{ litros por día} = 41 \text{ días de agua}$

En el ejemplo, consideramos un pequeño cuerpo de hielo glacial. Pero si nos apartamos un poco de la zona de la concesión, hacia el límite con Chile, sea para el norte o para el oeste, a unos 25km de distancia, encontramos importantes glaciares descubiertos (afuera de la concesión minera), de hielo extensivo y masivo. Es el caso por ejemplo en la zona de la cabecera de la cuenca del Río Grande. En la siguiente imagen vemos el nacimiento del río al pie de un enorme glaciar que tiene más de tres kilómetros de largo y también de ancho. Se puede ver en un teléfono inteligente en: 34 59 57 S, 70 18 11 W



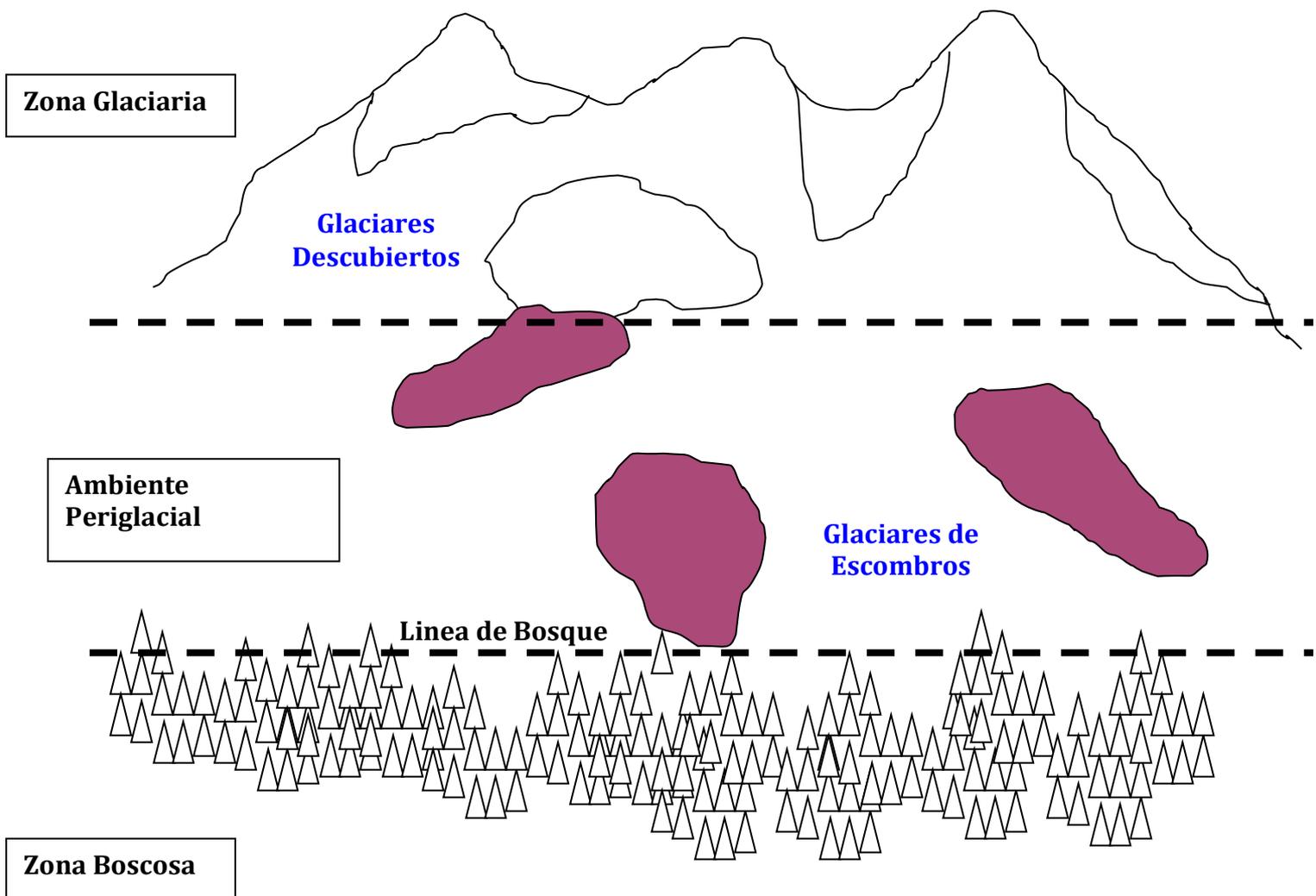
Masivo glaciar descubierto en la cabecera del Río Grande, a 25km del emprendimiento Cerro Amarillo

Si bien no encontramos glaciares de este porte o dimensión dentro de la concesión minera Cerro Amarillo, sí cabe considerar cual podría ser el impacto de la actividad minera (por ejemplo el levantamiento de polvo) en la concesión, a los glaciares alrededor de la concesión, como este glaciar en la imagen. Para ello haría falta un detallado estudio de vientos para determinar el alcance probable del polvo elevado en la atmósfera. Si los vientos predominantes dentro de la concesión minera van hacia glaciares descubiertos, podría haber impactos significativo en los glaciares receptores del polvo. El impacto estaría dado por la acumulación de polvo sobre la superficie, lo que oscurece al glaciar, incrementando su capacidad de absorción de calor/energía (cambiando su albedo—reflejabilidad) y así provocando artificialmente su derretimiento.

Simplemente por el análisis de las imágenes disponibles públicamente, y por el informe técnico publicado por *Meryllion Resources* que lo muestra contundentemente, podemos constatar y confirmar sin lugar a dudas, que *sí* hay glaciares descubiertos en el territorio de la concesión minera Cerro Amarillo.

El Ambiente Periglacial y los Suelos Congelados

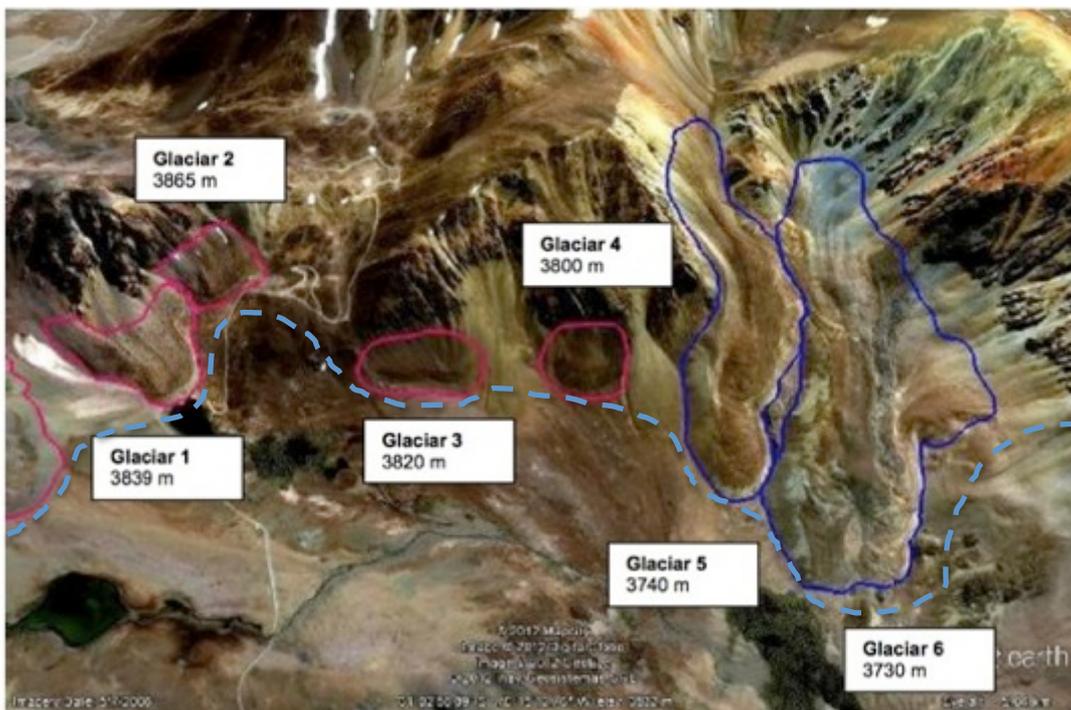
Existen en los Andes Centrales zonas de la montaña donde no se ve hielo perenne, pero que de todas maneras está congelada por una gran parte del año. Es una zona definida por sus características geográficas y topográficas, y más importante aun, *por su temperatura*, ubicada entre la zona glaciaria y el límite del bosque. El renombrado glaciólogo, fundador del IANIGLA, *Arturo Corte* definió a esta zona como una franja de 1,600 metros de ancho, y que en los Andes Centrales va de los 3,200 metros a los 4,800 metros. Los bordes de esta franja se pueden entremezclar, pero esencialmente estos son los límites del *ambiente periglacial*.



Definición:

El ambiente periglacial, muy rudimentariamente, es una zona donde por la baja temperatura del ambiente a lo largo del año, generalmente cercano a los 0° centígrados o menos, la tierra, está congelada. Este congelamiento puede ocurrir en la superficie, por encima de la superficie, y/o por debajo de la superficie. Es importante el ambiente periglacial porque si hay humedad en la tierra (por ejemplo, agua o hielo capturado durante las nevadas, lluvias, etc.), esa humedad penetra el suelo y es absorbida por la tierra, y se congela (se hace hielo). Y si hay hielo en el ambiente periglacial, el mismo se convierte en una reserva hídrica ya que si se llega a descongelar de manera temporaria o de manera definitiva, ese hielo se convierte en agua. Pueden existir zonas en el ambiente periglacial donde el ambiente está congelado pero no hay humedad con lo cual no habría hielo y no sería por ende una reserva hídrica. Puede haber zonas en el ambiente periglacial que permanecen congeladas todo el tiempo, y otras que se congelan y se descongelan cíclicamente. (Taillant 2012)

Una de las formas que históricamente se ha utilizado para determinar la presencia y ubicación de los ambientes periglaciales es mediante la identificación de los glaciares de escombros. Esta metodología no será tratada en profundidad en este informe, pero básicamente consiste en tomar los puntos más bajos (en altitud) de los glaciares de escombros, es decir, donde los glaciares de escombros llegan a su punto inferior. Si unimos los puntos inferiores de los glaciares de escombros, podemos dibujar la línea del límite inferior del ambiente periglacial. En la siguiente imagen se ven glaciares de escombros (son los polígonos rosas y azules), con las altitudes de los límites inferiores indicados (Glaciar 1: 3,839 metros, Glaciar 2: 3,865 metros, Glaciar 3: 3,820 metros, etc.) La línea celeste quebrada es la unión de los puntos inferiores de estos 6 glaciares de escombros y sería el límite inferior del ambiente periglacial en esta zona (que promedia aproximadamente en unos 3,800 msnm). En esta imagen no se ven glaciares blancos descubiertos, pero generalmente se encontrarían por encima de los glaciares de escombros. En un ejemplo hipotético en el que evidenciáramos glaciares descubiertos a partir de los 4,500 metros, entonces podríamos decir que en este ejemplo, el ambiente periglacial está ubicado aproximadamente entre los 3,800 y los 4,500 metros.

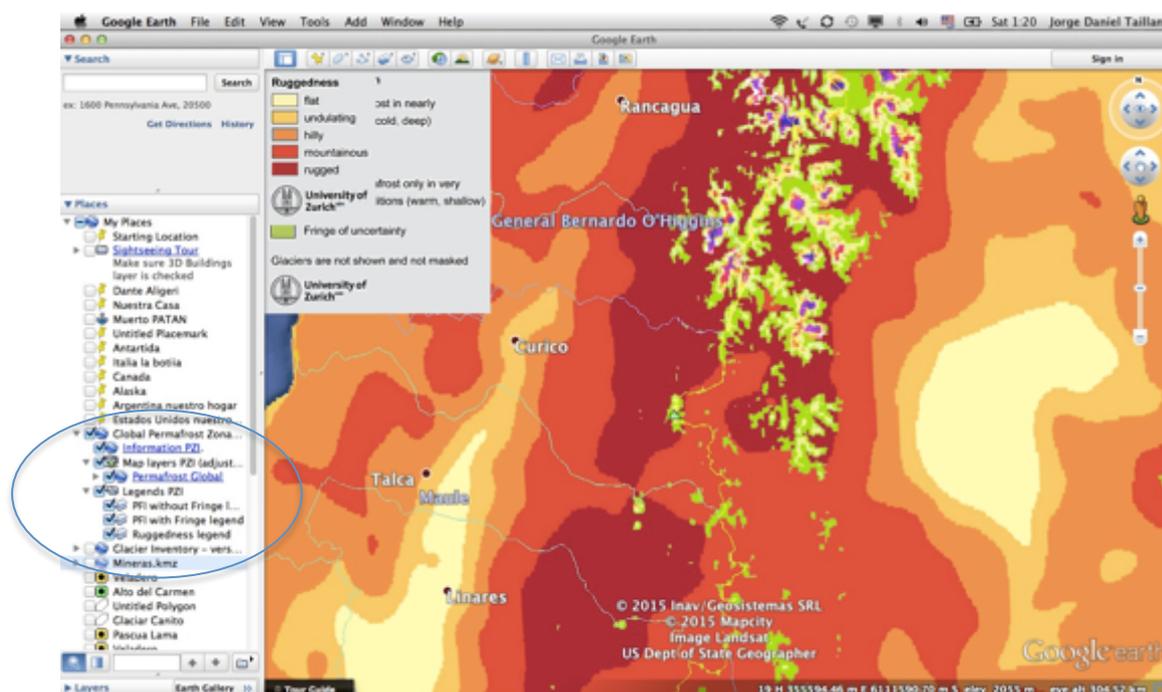


El límite inferior de glaciares de escombros se utiliza para demarcar el límite inferior del ambiente periglacial.

Este trabajo es tedioso y muy impreciso. Pero hace muy poco tiempo el avance tecnológico simplificó la tarea de identificar los límites del ambiente periglacial. Existe una manera muy fácil y automatizada para identificar *de manera probabilística* a los suelos congelados de cualquier lugar en el planeta. Se trata de un programa informático (o un modelo) que fue creado en la Universidad de Zúrich, Suiza y que se corre en Google earth. Este modelo procesa data existente sobre elevación y temperaturas de aire en todo el mundo, y determina la probable presencia de suelos congelados sobre cualquier territorio del planeta, es decir, un mapa de *permafrost mundial*. El programa se puede obtener fácilmente y de manera gratuita simplemente con una conexión de Internet. Se puede bajar el archivo necesario para cargar los mapas de suelos congelados en el siguiente sitio.

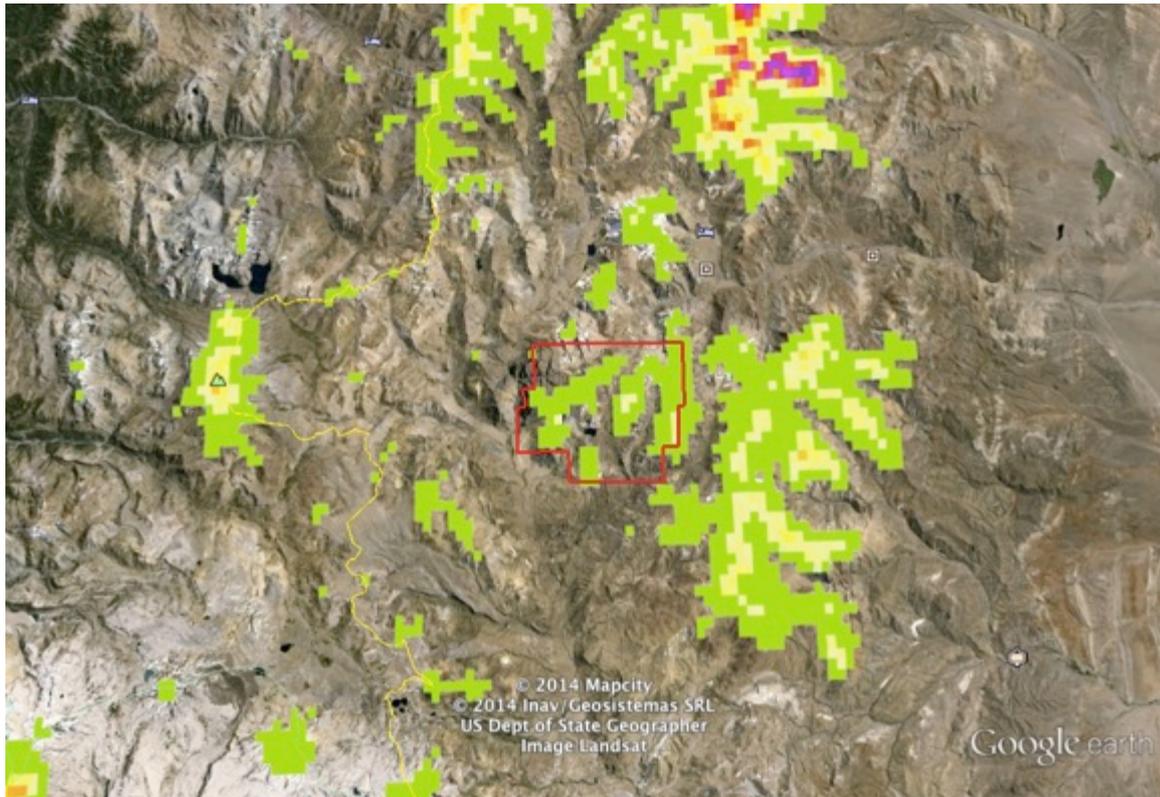
http://www.geo.uzh.ch/microsite/cryodata/pf_global/¹⁵

El archivo obtenido es un archivo con extensión “.kmz” visible en *Google earth*, muy práctico y simple de utilizar. Simplemente se baja el archivo, se abre el zip y se abre el archivo desde *Google earth*. Teniendo este archivo cargado en *Google earth*, cualquier lugar visitado en *Google earth* es automáticamente analizado por la presencia de permafrost, y la imagen del mismo es superpuesta a la imagen normal de *Google earth*. Una vez cargado el programa, la pantalla de *Google earth* aparecerá como en la siguiente imagen. Nótese a la izquierda la aparición de las carpetas del programa que se pueden tildar o des-tildar, lo que hace aparecer y desaparecer las imágenes superpuestas del programa.



Utilizando esta herramienta, y si des-tildamos la leyenda y la casilla que activa la “rugosidad” (lo que aparece en rojo en la imagen anterior) y vamos a la concesión del proyecto Cerro Amarillo, se carga la siguiente imagen. Hemos dejado el polígono de la concesión minera para que el lector pueda identificar la zona del proyecto respecto a los suelos congelados.

¹⁵ Si intenta abrir el archivo en un buscador como Chrome, solamente verá texto sin sentido; debe bajar el archivo a su disco y abrirlo en Google earth para que funcione.



Mapeo de probabilidad de suelos congelados utilizando herramienta de la Universidad de Zúrich (hemos agregado el polígono de la concesión para que se entienda la ubicación del proyecto respecto a los suelos fríos).

La imagen revela mucha información extremadamente útil en nuestro análisis de la concesión Cerro Amarillo para determinar si hay ambiente periglacial en la zona o no. Las zonas rojas y violetas son las zonas donde hay *alta probabilidad* (casi certeza) de encontrar suelos permanentemente congelados). Las zonas verdes y amarillas son las zonas donde *podría* haber suelos congelados del ambiente periglacial. En el caso de las zonas amarillas, hay probabilidad de encontrar suelos congelados si se dan las condiciones básicas necesarias (laderas mirando al sur—que son las laderas más frías, o en la sombra permanente, por ejemplo), mientras que las zonas verdes son zonas de incertidumbre, donde podría haber o no suelos permanentemente congelados.

Es importante aclarar que este modelo *no nos dice si estos suelos contienen hielo o no*. Para determinar si efectivamente hay hielo o no, hace falta más información. Sin embargo, esta duda no debe llevarnos a suponer que *no hay hielo*, si no todo lo contrario. Si justamente estamos haciendo un ejercicio académico y técnico para lograr proteger debidamente un recurso natural como son los glaciares o el ambiente periglacial, y partimos desde un *principio de precaución*, y considerando que hasta la fecha nunca nadie mapeó estos terrenos congelados, la identificación de zonas amarillas o verdes por este modelo, nos debe alertar sobre la *posibilidad* de hielo, y por lo tanto la *necesidad* de realizar estudios más profundos y precisos para su determinación o descarte.

Un indicador de la *posible* presencia de hielo son la presencia en estas zonas de *glaciares de escombros* o de *soliflucción* que son suelos que reptan por la presencia de hielo. Ante la falta de certidumbre sobre la presencia de hielo (que es el recurso protegido), es fundamental saber que si hay elementos visibles en imágenes satelitales que prueban la presencia de hielo. Por ejemplo, los glaciares de escombros, o el movimiento activo de la tierra deja huellas y formas geológicas muy particulares que sirven de testigo indiscutible sobre la presencia de hielo y suelos congelados saturados en hielo.

Los glaciares de escombros activos, por ejemplo, son nítidamente visibles en imágenes satelitales de alta definición, ya que el movimiento de la masa de piedra y hielo deja huellas y características muy emblemáticas. Sobre todo, en meses estivales donde no hay cobertura

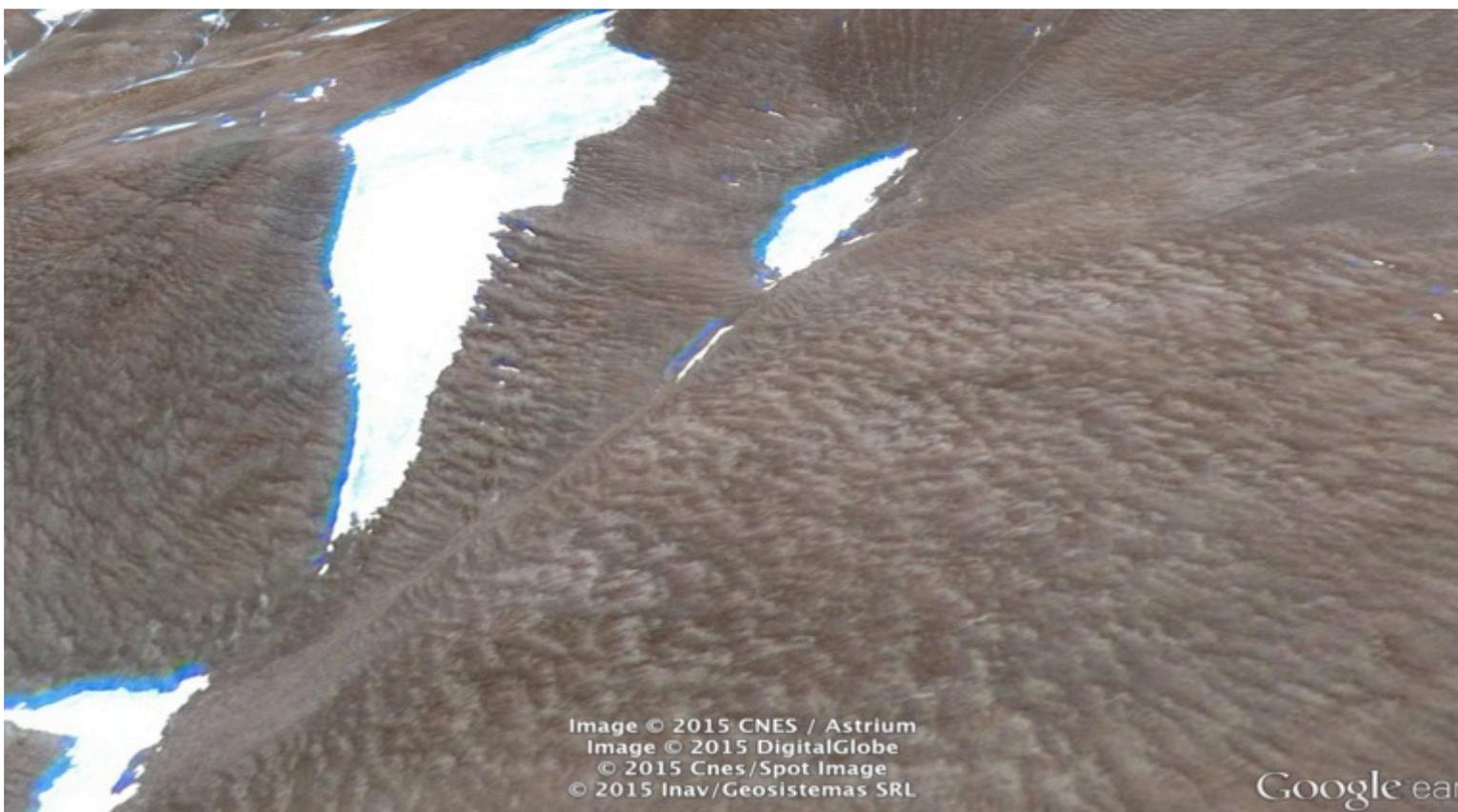
de nieve que puede tapar a un glaciar de escombros y generar confusión para el análisis mediante la revisión de imágenes satelitales. En algunos casos también se puede percibir el suelo reptante saturado en hielo por imágenes satelitales (aparece como arrugas), pero esto es inusual y generalmente se precisa una visita in situ para determinar su presencia.

Esta es una imagen de suelo reptante, congelado y saturado en hielo. Parece que se estuviera derritiendo la superficie. En este caso, para el técnico especializado, el suelo reptante es efectivamente visible e identificable por imágenes satelitales. Note la misma imagen vista por Google earth. Ver: 29°01'07.23" S 67°50'30.18" W

Fotografía de Arrugas ubicadas en un ambiente periglacial. Foto JP Milana



Misma lugar visto en Google earth confirma que se puede ver el suelo reptante en imagen satelital



El modelo de mapeo automatizado de permafrost elaborado por la Universidad de Zúrich es como cualquier modelo teórico. Es una herramienta que *nos ayuda a pronosticar* probabilidades (en este caso de encontrar suelos congelados). Pero no es determinante sin estudios adicionales de campo o sin información adicional, como por ejemplo la presencia evidente de glaciares de escombros activos—los que son efectivamente uno de los elementos del ambiente periglacial y que necesariamente están por su definición, saturados en hielo. En nuestra propia experiencia y uso del modelo global de permafrost, y tomando en cuenta los más de 3,000 glaciares y glaciares de escombros que hemos registrado en nuestro inventario, aun no hemos encontrado un solo caso donde el modelo no hubiera pronosticado la posible presencia de un glaciar o un glaciar de escombros. Esto abre la puerta para que consideremos el uso inverso del modelo. Es decir, que podemos estar convencidos de que si hay glaciares o glaciares de escombros presentes, estarán donde el modelo predice que van a estar. La correlación directa del mapeo de permafrost y los glaciares de escombros, es un fuerte indicador que podemos utilizar constructivamente para pronosticar dónde encontraremos a estos recursos criogénicos enigmáticos.

Para lo que sí nos sirve el modelo de Zúrich es para identificar zonas donde hay *probabilidad* de encontrar hielo, información que puede ser utilísima por ejemplo, para dirigir a una empresa o a un organismo del estado a que lleve a cabo los estudios necesarios para evaluar la presencia de hielo en la zona, o para que se ponga en marcha un inventario de dichos recursos y de las correspondientes reservas hídricas.

Si sabemos *dónde* hay probabilidad de encontrar hielo, podemos pedir que una empresa que quiere realizar una obra cercana a ese hielo, primero realice estudios para inventariar, identificar, y luego proteger a este recurso, y sobre todo para que realice los debidos estudios de impacto de su actividad para asegurar que no impactará sobre al recurso.

En el mapeo de suelos congelados que vimos hace unas páginas con el polígono de la concesión del proyecto Cerro Amerillo en rojo, podemos concluir las siguiente cosas:

- Hay amplias posibilidades de encontrar suelos congelados en el mapeo; esto lo confirmaremos más adelante con la confirmación visual de glaciares de escombros *activos o inactivos* que se perciben en las imágenes (más sobre esto a continuación);
- Hay probabilidad *o al menos sospecha* de encontrar suelos congelados saturados en hielo en zonas donde no se evidencian glaciares de escombros;
- Hay al menos tres zonas donde hay *alta* probabilidad de encontrar suelos congelados (son las zonas amarillas);
- La mayoría de las zonas proyectadas para la eventual perforación que propone realizar *Meryllion Resources* están en zonas donde hay al menos incertidumbre o sospecha sobre la presencia de suelos congelados (zonas verdes);
- No sabemos a ciencias ciertas sin los estudios pertinentes si hay hielo presente en los suelos congelados en todas las zonas verdes y amarillas;
- Sí sabemos a ciencias ciertas que hay suelos congelados saturados en hielo donde se evidencian glaciares de escombros;



Un *glaciar cubierto* de piedras, de los Andes Centrales, revela un masivo interior de hielo.
Foto Mariano Castro, IANIGLA

Los Glaciares de Escombros (o *Glaciares de Roca*)

El elemento más notorio y majestuoso de los ambientes periglaciales es indudablemente el *Glaciar de Escombros*. Cabe enfatizar que el glaciar de escombros es *uno* de los elementos del ambiente periglacial (aunque no es el único). Es decir, si hay un glaciar de escombros, significa que hay ambiente periglacial. También es importante aclarar que puede haber ambiente periglacial *sin* presencia de glaciar de escombros.

Este es un punto importante, sobre todo cuando entramos en la discusión sobre el inventario de glaciares que se está haciendo en Argentina actualmente. No debemos ignorar que hay zonas del ambiente periglacial, saturadas en hielo y protegidas por ley, que no estarán registradas por el inventario.

Los glaciares de escombros son glaciares cubiertos de detrito y mezclados con rocas finas y gruesas, que tienen dinámicas muy similares a sus hermanos más conocidos, los glaciares blancos descubiertos. Son masivas masas de hielo y piedra que fluyen tal como fluye un glaciar común, que se deslizan por la superficie de las laderas por su peso y lubricación, que conservan importantes cantidades de agua y hielo (entre un 50 y 80% de hielo podría ser un cálculo realista del contenido de hielo de un glaciar de escombros).

También existen glaciares de escombros más pequeños, por ejemplo, que se acumulan al pie de una ladera muy inclinada. Estos pueden ser muy cortos (de 100 o 200 metros de extensión desde la base del cerro) pero pueden seguir el contorno de una montaña por varios kilómetros lo que los convierte en verdaderos glaciares grandes! Lo más sorprendente de estas geofomas dinámicas de la criósfera es que son prácticamente invisibles para quien no sabe de su existencia. Podemos estar parados sobre 50 metros verticales de hielo, y no vemos hielo en ningún lado!

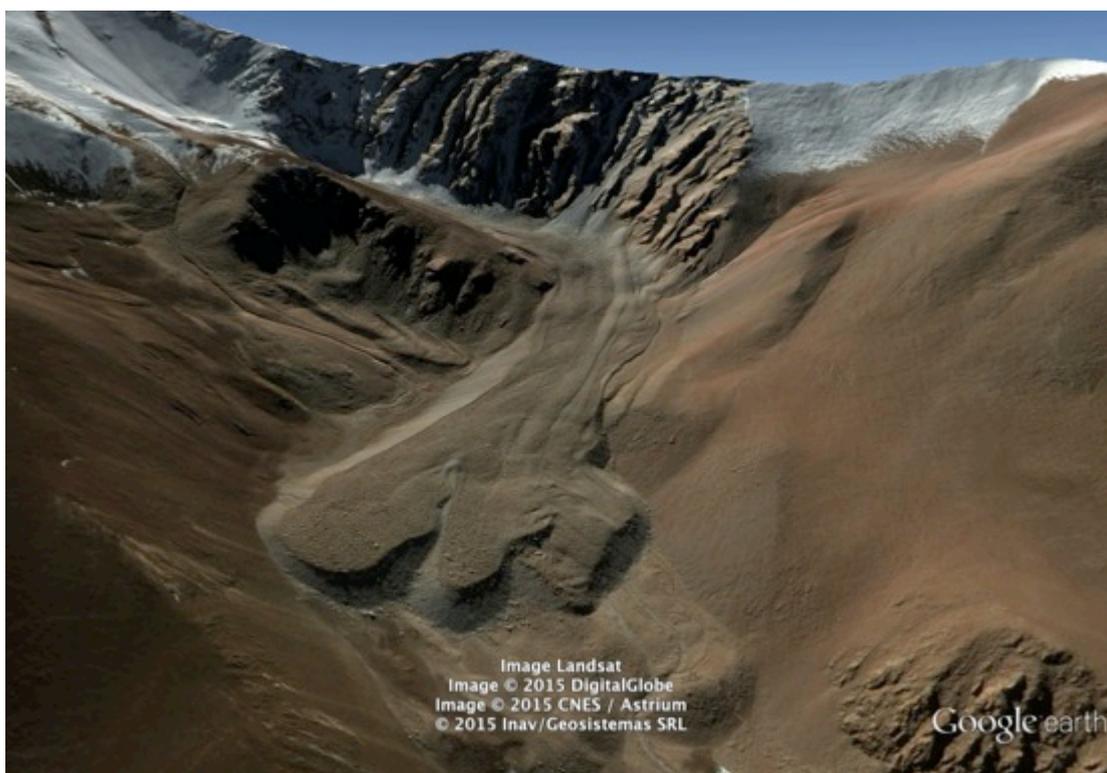
Generalmente los *glaciares de escombros* están completamente cubiertos de piedra, mientras que otro tipo de glaciar, llamados los glaciares cubiertos, pueden evidenciar zonas de hielo expuestas al intemperie, como en la foto anterior.

Algunas características típicas para asistir en la identificación de un glaciar de escombros:

1. Fluye por una quebrada pendiente abajo, parece lava congelada de un volcán
2. Se forman surcos o pliegues sobre la superficie del glaciar de escombros debido a su avance y estado inestable;
3. Se acumulan y se ordenan piedras que se empujan hacia la superficie haciendo desaparecer el hielo;
4. Comúnmente toman forma de lengua o lóbulos hacia su punto más bajo en la montaña
5. Su punto inferior termina en un corte de ángulo abrupto y lizo de entre 30-40 grados

Miremos las siguientes imágenes. Son todas de glaciares de escombros activos en diversas partes de Argentina. En cada caso el lector podrá ingresar la dirección de coordenados en Google *earth* para ver el glaciar, o puede probar verlos en su programa de mapas de su teléfono inteligente (en modo satélite)! Una vez cargada la imagen, posiblemente deberá alejarse o acercarse para ver al glaciar en su totalidad.

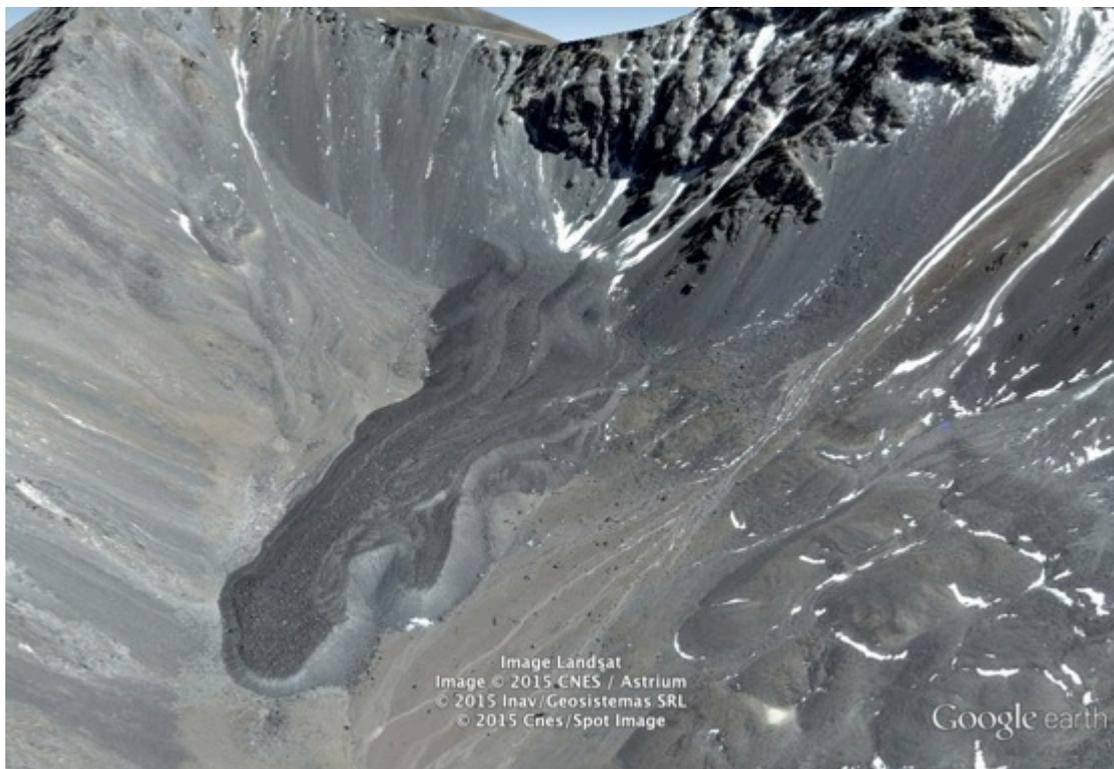
a) *Glaciar de escombros en Salta (25 00 40 S, 66 21 26 W)*



b) *Glaciar de escombros en San Juan (30 29 57 S, 70 09 09 W)*



c) *Glaciar de escombros en Tucumán (27 13 16 S, 66 04 35 W)*



¿Hay glaciares de escombros o glaciares cubiertos de detrito en la concesión de Cerro Amarillo en Mendoza? ¿Se pueden ver por imágenes satelitales?

En la siguiente imagen (coordenada 35 14 52 S, 70 13 21 W), tomada de Google earth, se esconde un glaciar de escombros activo en el límite Nor-Oeste de la concesión minera de Cerro Amarillo. Decimos “esconde” porque cuando primero se carga la imagen en Google earth, o en su teléfono celular, vemos mucha nieve estacional, lo que no permite ver las características típicas del glaciar de escombros, la forma lobulada, los surcos y pliegues, y el corte frontal abrupto de 30-40 grados.

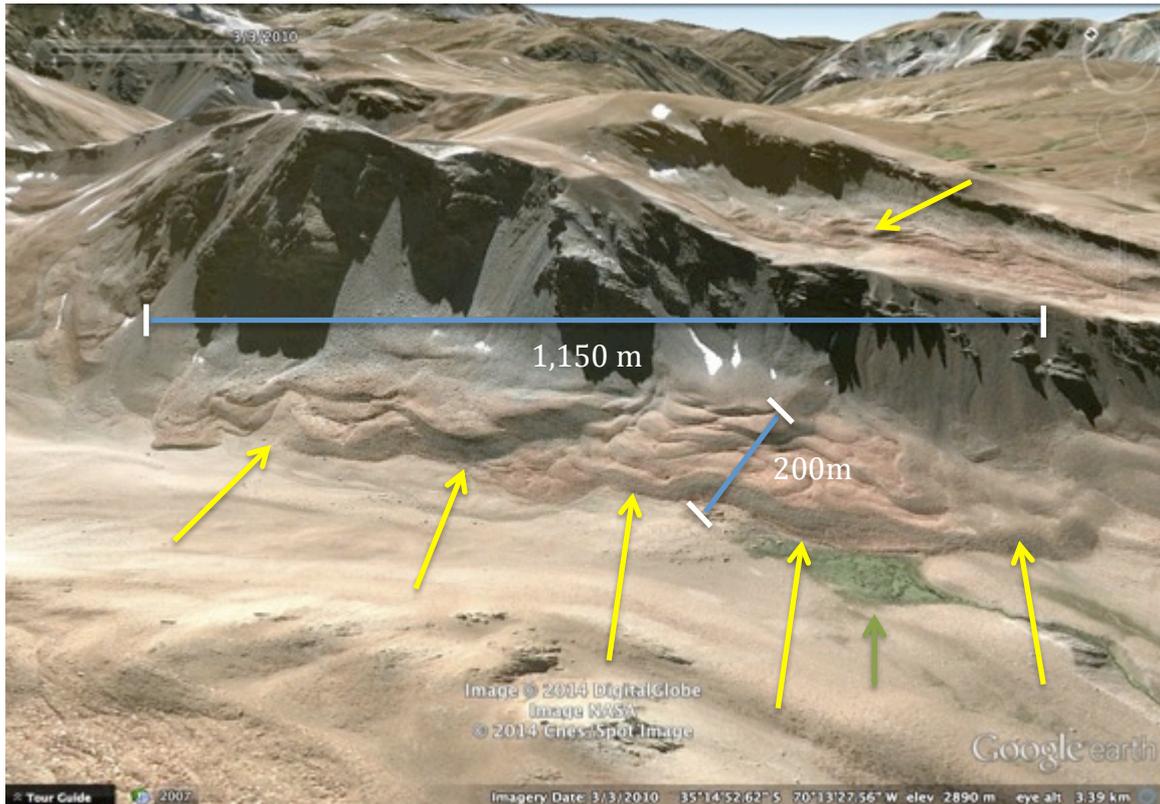
Pero si utilizamos la herramienta del tiempo en Google earth (no podemos hacer lo mismo en un teléfono inteligente), podemos revelar el secreto que yace por debajo de la nieve.



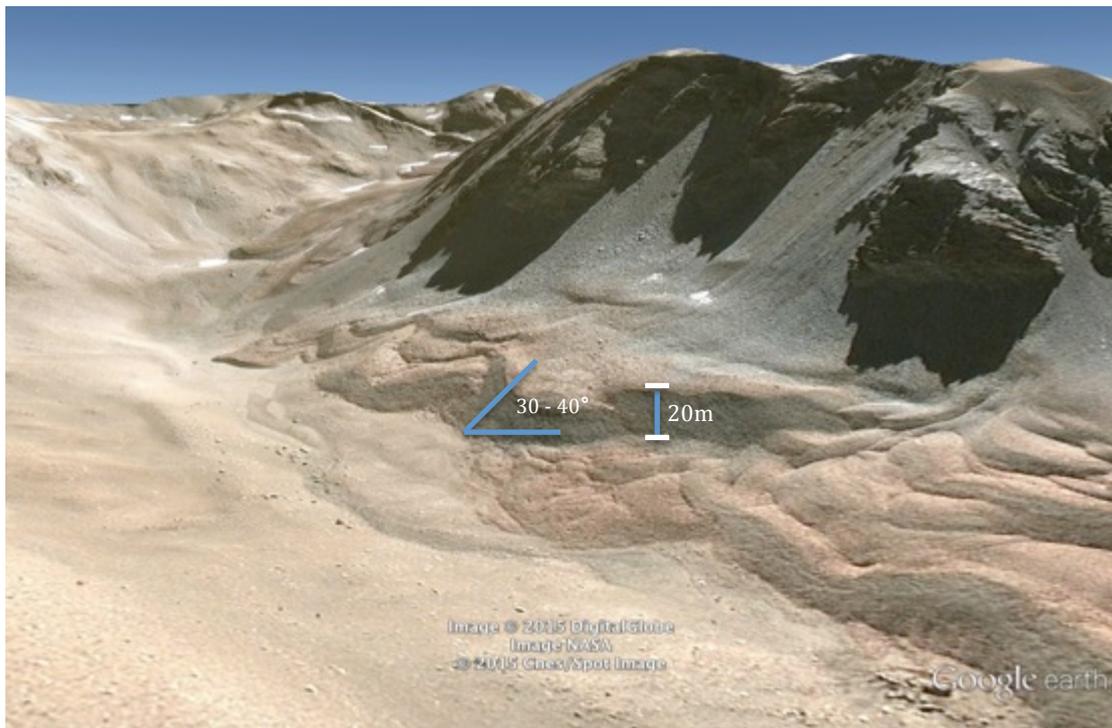
En la herramienta del tiempo, podemos consultar varias imágenes de varias fechas de esta zona. Si vamos a la fecha 3/3/2010, el glaciar de escombros se percibe al pié de la ladera, y se parece a un flujo abultado de piedras con pliegues y surcos, con el típico corte frontal de 30-40 grados. Quizás nos podemos imaginar que fue el flujo de un antiguo volcán, sin embargo, está claro por la imagen, que no hay volcanes alrededor ... esto es flujo de hielo y piedra! En la quebrada por detrás de esta, también se percibe otro glaciar de escombros bajando por la quebrada! Los surcos y pliegues sobre la superficie del glaciar también nos indican que es efectivamente un glaciar de escombros activo.



En la siguiente imagen ampliamos la visual para ver al glaciar de escombros en su totalidad. Las flechas amarillas indican en glaciar.



Glaciar de escombros de talud activo saturado en hielo, en zona de concesión minera Cerro Amarillo.



Otra toma de glaciar de escombros de talud, al pié de cerro en la concesión minera Cerro Amarillo. Vemos el corte frontal típico de 30-40 grados. Este glaciar de escombros tiene unos 20m de espesor!

Aunque parezca pequeño, este glaciar de escombros de talud de montaña, tiene más de un kilómetro de largo y más de 200 metros de ancho (superficie total $200,000\text{m}^2$, o 20 hectáreas) y mide aproximadamente 20 metros en espesor! Nótese que al pie del glaciar de escombros, se emplaza una vega (ver flecha verde en la primer foto) de alta montaña. Este es un típico humedal de alta montaña de los Andes Centrales. Este humedal (o vega), es irrigado por el deshielo permanente de este glaciar de escombros.

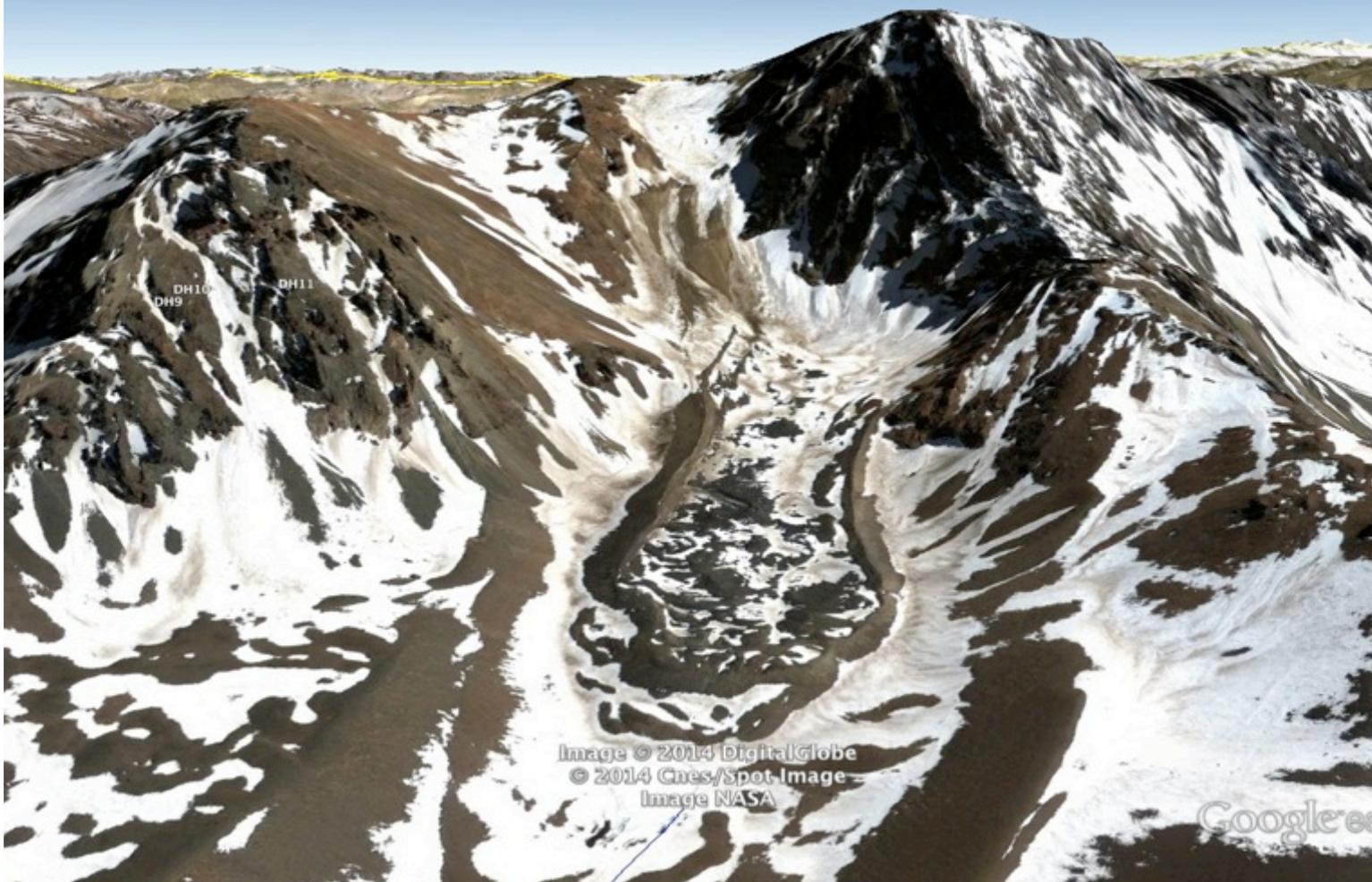
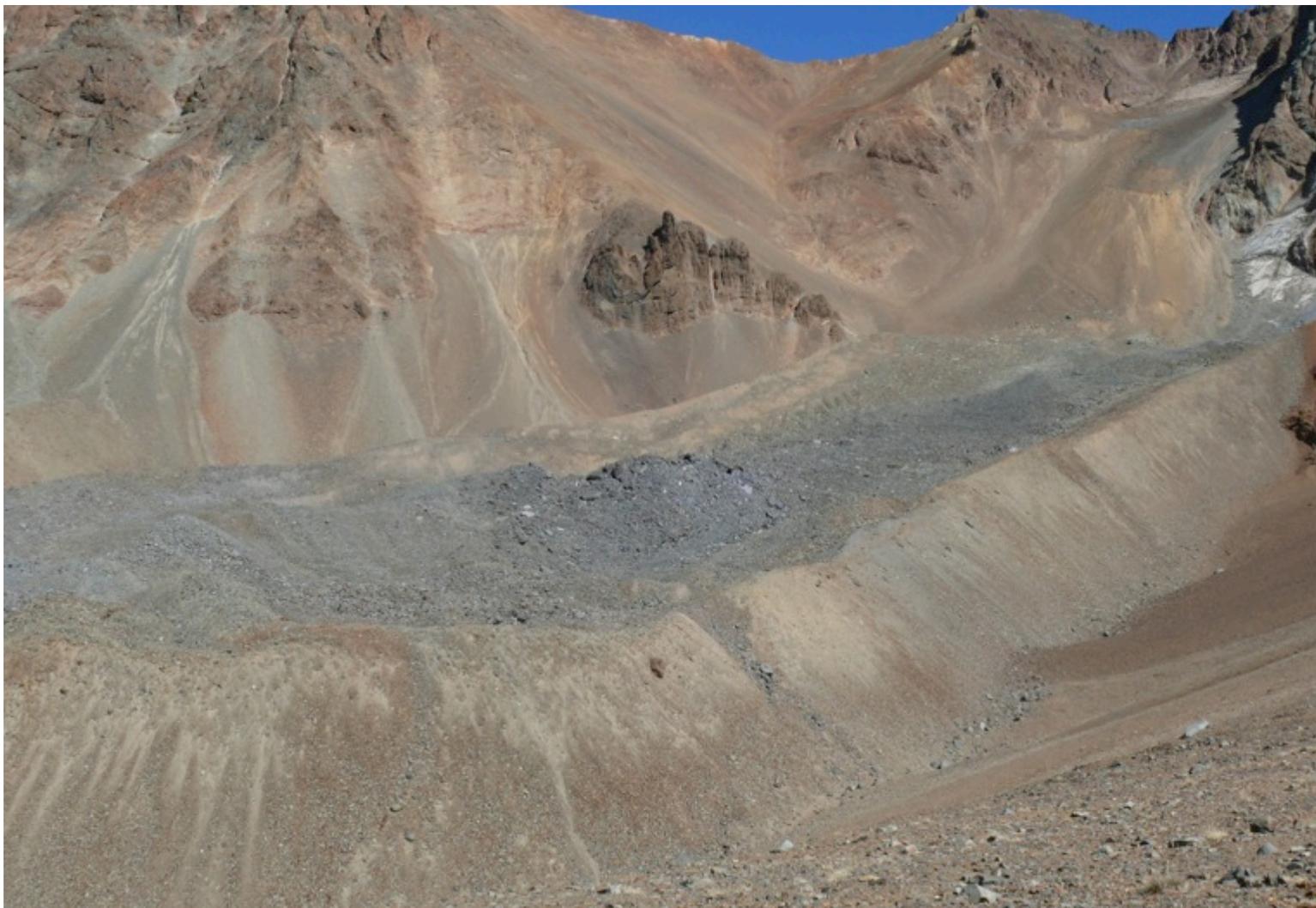
¿Podemos hacer un cálculo del contenido hídrico de este glaciar de escombros? Si calculamos de manera conservadora que contiene un 50% de hielo, esto implica que su contenido hídrico (aproximadamente 1,000 litros de agua por metro cúbico) $200,000 \times 20 \times 1000 = 4,000,000,000 * 50\% = 2,000,000,000$ litros de agua. Si repartimos esta agua entre la población argentina (40,000,000) nos da 50 litros por persona. A 2 litros de agua por día que tomamos aproximadamente, si embotelláramos a este pequeño glaciar de escombros, toda la población argentina podría tomar agua durante 25 días (casi un mes)!

A plena vista, cuando vemos una imagen de un glaciar de escombros en pleno verano, no parece haber hielo en ningún lado! ¿Realmente tiene hielo? Veamos el interior de un glaciar que está bajo tierra! Aquí observamos un glaciar cubierto de piedras, que se ha quebrado de tal manera de exponernos su interior. Notamos una capa de piedras (de detrito) de unos 2 o 3 metros, por arriba del glaciar, luego una gruesa sección de hielo interior. Si miramos más cerca, hay una persona parada en una piedra para tomar la escala de este masivo recurso hídrico. La mayoría de las veces, no podemos ver el hielo interior en un ambiente periglacial.



Glaciar cubierto de piedras revela hielo masivo en su interior. Ver persona para referencia de tamaño.

En la siguiente página, vemos dos imágenes (una foto real y otras tomada de Google *earth*) de la misma geoforma glaciar, en la cual vemos claramente un glaciar de escombros bajando por una quebrada. Este glaciar de escombros se ubica en el corazón de la concesión minera Cerro Amarillo. Este glaciar de escombros tiene 1,400 metros de largo y 400 metros de ancho, y tiene aproximadamente unos 20 y 30 metros de espesor. Vemos el típico corte en el frente del glaciar de 30-40 grados. Se ubica en la siguiente coordenada: 35 19 46 S, 70 13 53 W. La cobertura de nieve dificulta la visión del glaciar en Google *earth*.

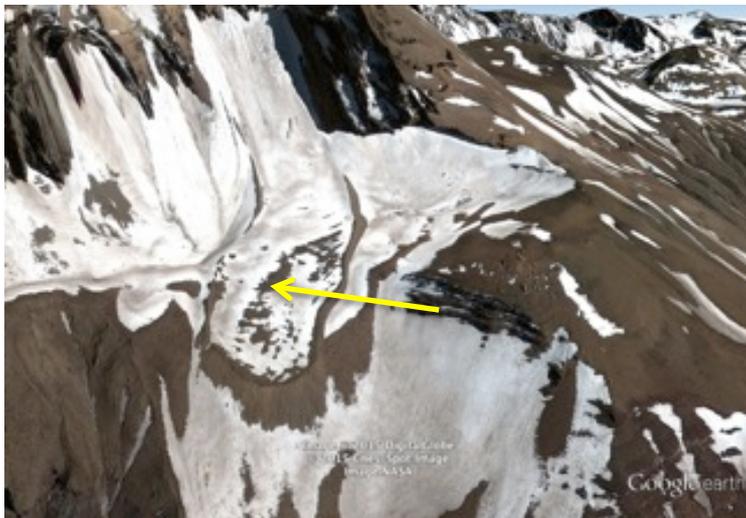


Glaciar de escombros en el corazón del proyecto minero Cerro Amarillo. Podemos comparar fotografía (foto anterior) con imagen de Google earth

Otras imágenes de glaciares de escombros dentro de la concesión minera Cerro Amarillo:



35°20'18.24" S 70°14'36.85" W



35°21'39.87" S 70°12'04.48" W



35°14'52.86" S 70°14'12.66" W

Glaciares de Escombros Activos vs. Inactivos

Uno de los debates que ya existe en el sector minero, y que seguramente surgirá sobre los glaciares de escombros en la concesión del Cerro Amarillo es sobre los diferentes *tipos* de glaciares de escombros.

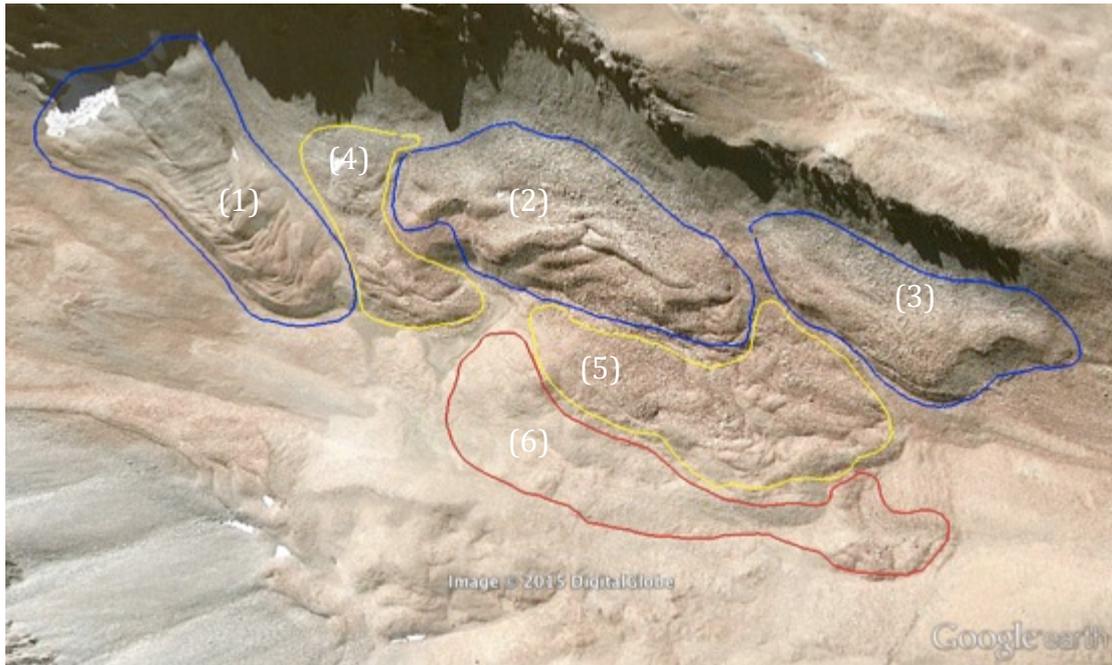
Existen dos categorías importantes para distinguir glaciares de escombros, por un lado los glaciares de escombros *activos* y por otro, los *inactivos*. La Ley de Glaciares Federal de Argentina no distingue en cuanto a la protección del recurso, ya que ambos glaciares contienen hielo y ambos funcionan como reservas hídricas y como reguladores de cuenca, que son las funciones que la Ley de Glaciares quiere proteger.

Algunas leyes provinciales de protección de glaciares (como por ejemplo, la Ley de Protección de Glaciares de la provincia de La Rioja)¹⁶, hacen esta distinción estableciendo la protección de glaciares de escombros activos pero dejan desprotegidos a los glaciares de escombros inactivos. Esta diferencia de protección surge de un mal entendimiento de la diferencia entre ambos tipos y también una confusión sobre la importancia del tipo inactivo. Si la finalidad de la ley es proteger un recurso hídrico, si es proteger una reserva de agua, o si es proteger a un regulador de cuenca, desde el punto de vista legal la distinción entre glaciares de escombros activos e inactivos no tiene razón de ser, ya que tanto los glaciares de escombros activos como inactivos cumplen con todas estas funciones. Sí podría haber una discusión sobre la etapa de degeneración de un glaciar de escombros inactivo, particularmente respecto a su última fase de degeneración hacia un glaciar de escombros fósil (que ya no contiene hielo). Es decir, si está casi al final de su vida hídrica, entonces podría casi no tener contenido hídrico, pero a esa altura, seguramente ya prácticamente no se percibiría en imágenes satelitales como glaciar de escombros, con lo cual seguramente no se hubiera incluido en un inventario.

La diferencia técnica entre un glaciar de escombros activo y otro inactivo pasa por el *movimiento, contenido de hielo* y estado de salud del glaciar. En un glaciar activo, el contenido de hielo del glaciar de escombros está en vigoroso movimiento (de ahí su nombre "activo"). La masa de hielo repta por su peso y dinamismo. En un glaciar inactivo, posiblemente como resultado del cambio climático que calienta al ambiente, este movimiento está reduciendo su velocidad, o se ha detenido, y el glaciar se está desinflando. En muchos casos señala el comienzo del final del glaciar. Pero atención, no es un proceso rápido y este final puede aun demorar muchos años, inclusive décadas o inclusive siglos! Es por esto que el glaciar de escombros inactivo sigue siendo una significativa reserva hídrica y por eso la ley también lo protege!

Como último punto, debemos notar que aunque un glaciar de escombros inactivo esté en una fase de declinación irreversible, el glaciar de escombros inactivo brindará agua al ecosistema por muchos años antes de desaparecer.

¹⁶ Ver: <http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2011/09/Ley-de-Glaciares-La-Rioja.pdf>



Glaciares de escombros activos, inactivos y fósiles ... en imagen satelital Lugar de la imagen: 35°14'55.52" S 70°12'41.96" W (dentro de la concesión minera Cerro Amarillo)

El glaciar de escombros activo (con alto contenido de hielo, generalmente entre un 40 y 70% de su volumen) evidencia pliegues y surcos bien marcados y los frentes típicamente terminan en ángulos claros de 30-40 grados (ver en la foto los polígonos azules 1, 2, y 3). El glaciar de escombros inactivo es más suave con la apariencia de estar desinflado (deprimido en su superficie) y con menos vigor (ver en la foto los polígonos amarillos 4 y 5), mientras que el fósil prácticamente ya no tiene forma (ver en la foto porciones del polígono número 6) ya no evidencia las características notorias de pliegues, surcos, y ondulaciones; el glaciar de escombros fósil es el remanente de piedras dispersas en el lugar donde antes había un glaciar de escombros activo. Las piedras quedan depositadas sobre la superficie como vestigios de que alguna vez hubo actividad, pero ya no podemos decir que hay los típicos pliegues y surcos que denotan glaciares de escombros activos.

Debemos enfatizar que la certidumbre sobre la presencia de glaciares de escombros activos, inactivos y fósiles, va de mayor a menor en ese orden. En el análisis de imágenes satelitales, la identificación de glaciares de escombros activos es más fácil y se hace con mayor certeza que la identificación de los glaciares de escombros inactivos. El polígono (1) es indudablemente un glaciar de escombros activo porque los pliegues y surcos están bien marcados. Hay clara evidencia de movimiento. Estas características hacen más fácil su reconocimiento por imágenes satelitales. Los polígonos (2) y (3) seguramente también son glaciares de escombros activos, pero ya su movimiento no es tan pronunciado. ¿Podrían estar en estado de inactividad? Posiblemente, aunque el polígono (2) parece tener más movimiento claro que el (3). El corte frontal bien angulado en el (3) nos inclina la balanza para afirmar que el glaciar de escombros sí es activo.

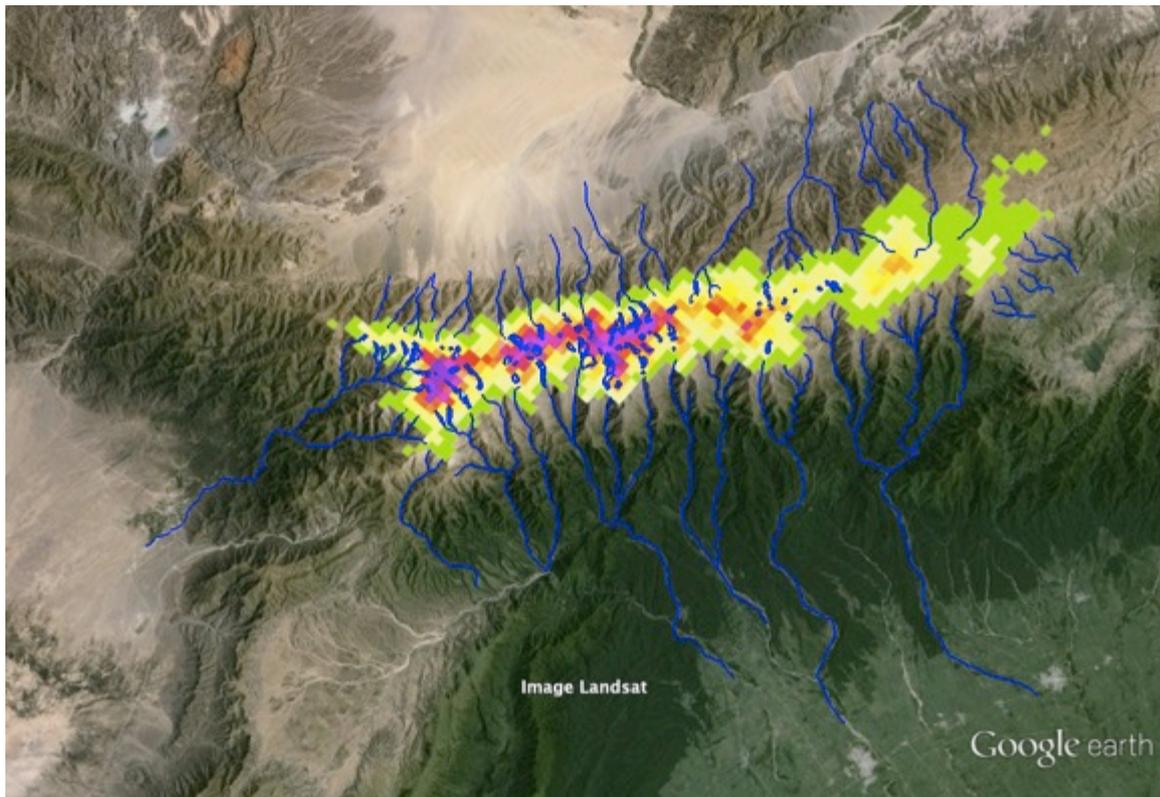
Cuando el glaciar de escombros pasa de estado de actividad a inactividad, aun se notan características típicas del glaciar de escombros activo, surcos, pliegues, etc. Los polígonos (4) y (5) tienen estos pliegues y surcos, pero notamos que ya no tienen el frente angulado en 30-40 grados. Por esto especulamos que esta crioforma ha pasado a la inactividad.

A medida que el glaciar de escombros inactivo pasa a estado fósil, se hace más difícil identificar por imagen satelital las características que lo categorizan y lo distinguen entre un glaciar de escombros inactivo y un glaciar de escombros fósil. En los polígonos amarillos (3) y (4), suponemos que hay una reducción de movimiento, pero no podemos estar absolutamente seguros que aun hay actividad en el glaciar de escombros. Cuando vemos las geoformas depositadas dentro del polígono rojo (6), suponemos la presencia pasada de un glaciar de escombros activo.

El Aporte Hídrico del Ambiente Periglacial

El ambiente periglacial saturado en hielo, y los glaciares de escombros (que son parte del ambiente periglacial) son importantísimas reservas hídricas y aportan enormes cantidades de agua a los ecosistemas debajo de ellos. Recordemos que el ambiente periglacial captura la humedad en el ambiente (proveniente de la nieve principalmente) en forma de hielo congelándola en su interior, sea en la superficie de la tierra, o *dentro de la tierra* en la forma de un glaciar de escombros como los que vimos en las imágenes anteriores.

En la siguiente imagen vemos al cordón de montañas Aconquija, que forma la frontera natural entre la provincia de Catamarca y Tucumán. Estas montañas suben hasta más de 5,000 metros de altura y contienen extensivo ambiente periglacial.



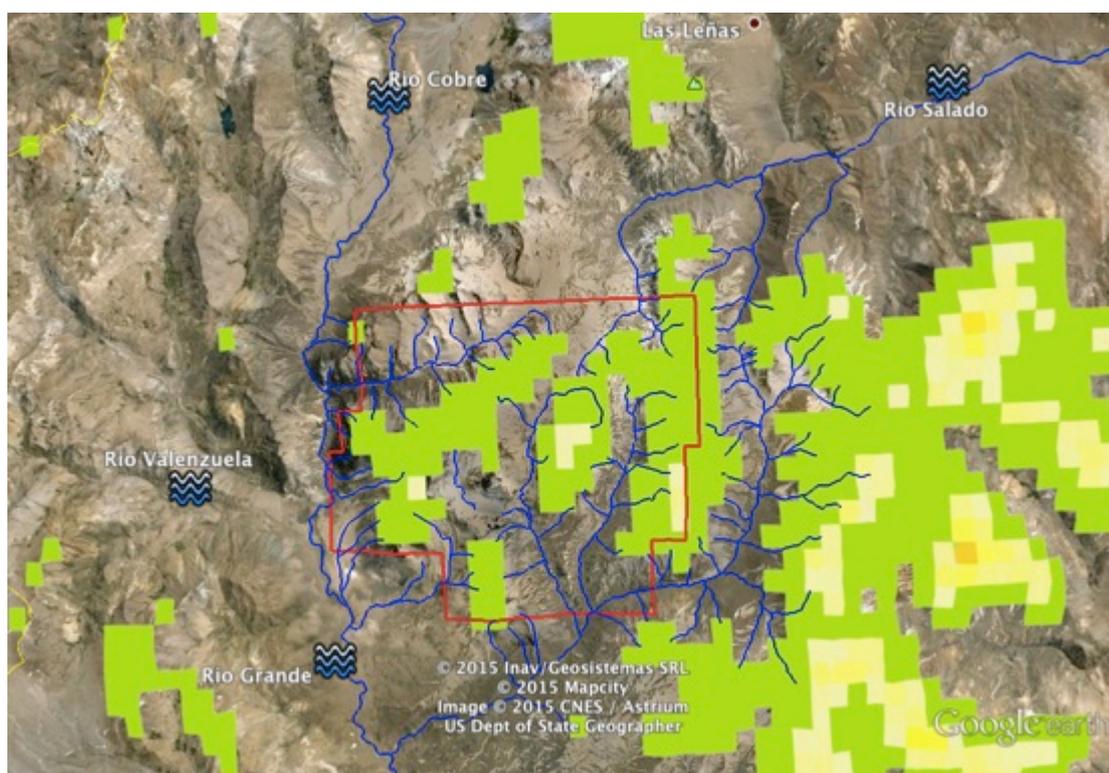
Relación entre suelos congelados, glaciares y ríos en la Sierra del Aconquija (Tucumán y Catamarca)
coordenadas: 27°12'31.44" S 66°05'49.08" W

Utilizando la herramienta que nos ofrece la Universidad de Zúrich, podemos mapear los suelos congelados de la montaña. Si bien el modelo no nos permite ver el hielo que puede subyacer a la superficie, nosotros nos hemos tomado el trabajo de delinear a todos los cursos de agua que nacen desde las zonas más altas del Aconquija, donde están estos suelos congelados. También mapeamos los glaciares de escombros del Aconquija (hay más de 400!). En la imagen de los suelos congelados del Aconquija, vemos tres cosas:

- 1) el mapeo de los suelos congelados, zonas rojas/púrpuras casi con certeza que están absolutamente congeladas la mayor parte del tiempo, zonas amarillas con alta probabilidad de estar congeladas en condiciones favorables, y zonas verdes de sospecha de estar congeladas;
- 2) Los glaciares de escombros son los pequeños polígonos azules;
- 3) Vemos como todos los ríos originan en los glaciares en lo que podemos suponer es efectivamente el ambiente periglacial saturado en hielo.

En los meses de verano, el agua que surge de la montaña se origina en el ambiente periglacial. El aporte hídrico del ambiente periglacial es indiscutible!

Si analizamos de la misma manera la zona correspondiente a la concesión de Cerro Amarillo, y trazamos los cursos de agua y su aporte o los ríos principales de la región, vemos un cuadro muy similar. En la siguiente imagen hemos trazados los cursos de agua dentro de la concesión minera Cerro Amarillo. Se puede percibir cómo desde las zonas de más alta probabilidad de encontrar suelos congelados saturados en hielo, según el modelo de permafrost de la Universidad de Zúrich, nacen los cursos de agua que nutren los ríos locales. ¡No es casualidad, el agua viene del ambiente periglacial!



Hay una clara relación entre el mapeo de permafrost probable y los cursos de agua en la concesión.

En la siguiente fotografía, tomada en el mes de Febrero del 2012, cuando ya no había nieve estacional *en ninguna parte* de la concesión minera de Cerro Amarillo, vemos agua surgente de la base del glaciar de escombros. A la derecha superior de la imagen vemos el frente del glaciar de escombros con el típico corte frontal de 30-40 grados.



Deshielo y acumulación hídrica al pie de un glaciar de escombros en la concesión minera.
Lugar de foto: 35 20 00 S, 70 13 44 W; Foto: Daniel Warenica, 2012

En la siguiente imagen, tomada en el mismo lugar pero mirando en la dirección contraria (hacia el sur), río debajo de la corriente de agua surgente del glaciar de escombros, vemos el arroyo que se genera desde el deshielo del glaciar de escombros.



Arroyo formado por deshielo de glaciar de escombros en la concesión minera, Cerro Amarillo.
Lugar de foto: 35 20 00 S, 70 13 44 W; Foto: Daniel Warenica, 2012

Más sorprendente son aun las siguientes dos imágenes de la Laguna del Cajón (también tomadas en febrero), de una laguna formada al pie del cerro, ubicada en el corazón del proyecto Cerro Amarillo. Si bien se puede argumentar que la laguna fue formada por agua de deshielo, sorprende ver la fuerte corriente de agua que se está generando en la base de la laguna (en la siguiente página). Esto es indudablemente porque hay un aporte de agua permanente que solo puede venir del deshielo del ambiente periglacial más arriba de la laguna.



Laguna del Cajón, formada por deshielo de ambiente periglacial.
Lugar de foto: 35 19 30 S, 70 12 16 W; Foto: Daniel Warenica, 2012



Correntada de agua de deshielo, al final del verano, es producto de deshielo de ambiente periglacial.
Lugar de foto: 35 19 30 S, 70 12 16 W; Foto: Daniel Warenica, 2012

Negadores del Valor Hídrico del Ambiente Periglacial

Existen profesionales y académicos, *principalmente allegados a la minería*, que niegan el aporte hídrico de los glaciares de escombros, y del ambiente periglacial. De hecho, hay una empresa consultora cuyo nombre es BGC que realiza estudios para Barrick Gold Corporation¹⁷, que fue contratada por la Cámara de Minería de la Provincia de San Juan, para realizar una gira por Argentina y Chile, con el propósito de negar el aporte hídrico de los glaciares de escombros. El argumento postulado por BGC en esta gira es que debido a que los glaciares de escombros están en equilibrio eco-sistémico, no tienen aporte hídrico positivo. Es decir, toda el agua/nieve que le entra en invierno, le sale en verano, y en términos relativos, la hidrología del glaciar queda en cero. Adicionalmente argumentan que el aporte hídrico de los glaciares de escombros es mínimo.

Estas afirmaciones de BGC son meramente teóricas, ya que no están sustentadas con estadística, y además carecen de toda lógica. En primer lugar, el calentamiento global está subiendo el calor en la montaña y en consecuencia los glaciares (y también los glaciares de escombros—que se ubican en las zonas más calurosas de la criósfera) se están derritiendo. Esto es porque la altura de montaña en la cual todo se congela está subiendo. El glaciar se forma en zonas frías, y al subir la temperatura general promedio anual del ambiente, el calor invade la montaña desde abajo hacia arriba. Esto implica necesariamente que el nivel *bajo* del ambiente periglacial está subiendo progresivamente la ladera y se encuentra cada vez más alto, lo que significa que el ambiente periglacial en su conjunto se está derritiendo desde abajo hacia arriba. Podemos imaginar que el ambiente periglacial (que está debajo de la zona de glaciares descubiertos) está paulatinamente empujando hacia arriba, invadiendo la zona glaciaria. Mientras los glaciares descubiertos más altos se derriten y “suben la montaña”, los ambiente periglaciales hacen lo mismo, un poco más abajo en la montaña.

Es un modelo preocupante, donde los recursos helados están subiendo la montaña con el fin inevitable futuro de que no tendrán más espacios fríos para sobrevivir de un año a otro. Esto terminará por secar a los ríos durante los meses donde no hay precipitación, convirtiéndolos en ríos y arroyos meramente estacionales.

A causa del cambio climático, el ambiente periglacial es un modelo actualmente desequilibrado, donde no hay *ningún equilibrio posible* de estos sistemas. En este desequilibrio, los límites inferiores de los suelos congelados están aportando cada vez más agua, y en términos netos, es una cantidad de agua “positiva” al ecosistema. Se están derritiendo y por eso no pueden estar en equilibrio.

Por otro lado, quienes argumentan que los ambientes periglaciales o los glaciares de escombros no son relevantes en su aporte hídrico (porque estarían en equilibrio) ignoran por completo la importancia de la función de *regulación de cuenca* que cumplen los glaciares y los ambientes periglaciales. Es decir, los glaciares y el ambiente periglacial “capturan” humedad en invierno y la retornan al ambiente en verano (o en meses más calurosos) de manera dosificada, más lenta y progresiva que el rápido y abrupto deshielo de la nieve estacional.

Los ambientes periglaciales y los glaciares detienen el derretimiento repentino y corto de los primeros meses de primavera cuando se derrite la nieve estacional. Esto es precisamente el valor del ambiente glaciario y del ambiente periglacial. Hacen más lento el derretimiento para que los ecosistemas agua abajo reciban agua todo el año y no solamente de golpe cuando finaliza el invierno. Entonces, no importa que tenga un aporte o balance “equilibrado” en el cual todo lo que entra sale, porque lo importante no es el equilibrio, si no que el sistema aporte agua lentamente durante todo el año.

Otro argumento en contra de estas afirmaciones infundadas, es que están asentadas principalmente en la falta de información científica que pruebe el argumento. Recordemos que los ambientes periglaciales y sus dinámicas son muy poco conocidos en el mundo y más aún ha habido muy pocos estudios académicos para medir su aporte hídrico. En parte, esto

¹⁷ La sigla “BGC” de la consultora, y las tres letras de **Barrick Gold Corporation**, son mera coincidencia.

es debido a que los ambientes periglaciales están muy removidos de la civilización, a veces en lugares absolutamente inaccesibles a humanos. Segundo, son ambientes vastos, extensos, complejos, y abarcan terrenos muy complicados de acceder, y más complicados aún para estudiar. Medir el aporte hídrico de un ambiente periglacial no es una tarea simple. Si consideramos que toda la montaña actúa como una esponja absorbiendo agua proveniente de la nieve, congelando esa agua y que estos ambientes sufren ciclos de congelamiento y descongelamiento en diferentes alturas que pueden suceder estacionalmente (verano vs. invierno vs. primavera vs. otoño) o incluso entre la noche y el día, o que también pueden generarse ciclos de congelamiento y descongelamiento en horas o minutos determinados del día, y que el desagüe de un ambiente periglacial puede suceder por canales subterráneos que conectan el recurso congelado con los acuíferos. Tratar de medir con precisión el aporte hídrico de este ambiente que está en un modo de cambio permanente, es prácticamente imposible.

Lo que no puede estar en duda sin embargo, es que cuando finaliza el invierno hasta la vuelta del frío, el nivel más bajo del ambiente periglacial, está en permanente descongelamiento descargando su contenido hídrico hacia el ecosistema más abajo. Las fotos que incluimos en este informe de la zona de Cerro Amarillo tomadas al final del verano demuestran claramente que hay un muy activo aporte hídrico proveniente de los suelos congelados circundantes a la Laguna del Cajón.

Los Impactos de la Minería en los Glaciares y en los Ambientes Periglaciales

La minería es una actividad altamente invasiva para el medio ambiente y más aun para el ambiente glaciario y también para el ambiente periglacial. Es por esto que la Ley de Presupuestos Mínimos para la Protección de Glaciares y de Ambiente Periglacial de Argentina prohíbe categóricamente a la actividad minera y hidrocarburífera en zonas de glaciares y de ambiente periglacial.

A raíz de la ignorancia y/o el descuido por glaciares descubiertos, glaciares de escombros, y/o suelos congelados (permafrost) saturados en hielo, las operaciones mineras operando en la alta montaña de los Andes, han causado y *siguen causando* significativos impactos en glaciares, glaciares de escombros y en ambientes periglaciales.

Si el lector desea ver algunos de estos impactos en otros proyectos mineros, lo puede consultar en varios informes publicados por CEDHA, entre estos:

- Impacto en Glaciares de Roca y Ambiente Periglacial de los Proyectos Mineros de Filo Colorado (Xstrata Copper) y Agua Rica (Yamana Gold) ¹⁸
- Impacto a Glaciares de Escombros y Ambiente Periglacial por El Pachón (Xstrata) ¹⁹
- Los Glaciares de Barrick Gold ²⁰
- Los Glaciares y la Minería en la Provincia de La Rioja ²¹
- El Ambiente Periglacial y la Minería en la República Argentina. ²²
- Riesgos e Impactos a Glaciares de Escombros y a Ambiente Periglacial en Los Azules (Minera Andes – Ahora McEwen Mining) ²³ (solamente en Inglés)

Los impactos de la minería en glaciares y en el ambiente periglacial se produce por muchas razones que tienen que ver con las distintas etapas de la actividad extractiva, incluyendo:²⁴

¹⁸ ver: <http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2011/09/Informe-Glaciares-de-Aconquija-Impactos-de-Mineria-Agua-Rica-y-Xstrata-Final-feb-18-2011.pdf>

¹⁹ ver: <http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2011/08/Glaciari-Impact-Report-el-pachon-xstrata-FINAL-spanish-version-may-23-2011.pdf>

²⁰ ver: <http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2013/05/Los-Glaciares-de-Barrick-Gold-version-20-mayo-2013-SPANISH-small.pdf>

²¹ ver: <http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2012/04/Glaciares-y-Miner%C3%ADa-en-la-Provincia-de-la-Rioja.pdf>

²² ver: <http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2012/11/El-Ambiente-Periglacial-y-la-Mineria-en-la-Argentina-Spanish.pdf>

²³ ver: <http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2012/07/Glaciari-Impact-Report-Los-Azules.pdf>

- Por la remoción de suelos, desplazando al hielo glaciar o del ambiente periglacial, de tal manera que afecta el equilibrio de la estructura del recurso; una intervención de maquinaria en un glaciar o en un ambiente periglacial puede causar el colapso abrupto o lento de un sistema glaciar, o la alteración térmica del mismo lo que lo puede derretir;
- Por afectación al glaciostema²⁵ (los elementos naturales que son parte de, y que dan lugar a la formación y a la sustentabilidad de un glaciar o de un ambiente periglacial); si modificamos una ladera, cambiando los patrones de viento y a la caída de nieve, por ejemplo, podemos alternar de tal manera al sistema glaciar o al ambiente periglacial con el efecto de que no se pueda sostener la vida del recurso;
- Por el efecto de las voladuras, que suspenden polvo en el aire y proyectan detrito fino al ambiente, que puede depositarse en la superficie de glaciares descubiertos, oscureciéndolos, y como consecuencia cambiando su albedo, lo que a su vez incrementará su absorción de calor y acelerará su derretimiento;
- Por alto tránsito vehicular y/o uso de maquinaria a combustión de energías fósiles, de tal manera que las emisiones de carbón negro ensucian la superficie del glaciar, cambiando su albedo y acelerando su derretimiento;
- Por el drenaje ácido producido por el contacto del hielo y agua con la roca estéril removida/extraída/desplazada por la actividad minera;
- Por la introducción de caminos de exploración y de uso minero, que interfiere con los glaciares, ambientes periglaciares y con los glaciostemas;
- Por el depósito de peso sobre la superficie de glaciares o ambiente periglacial que puede alterar la estructura del hielo o alterar su condición térmica, provocando una degradación; por ejemplo la ubicación de una escombrera de piedra estéril sobre suelos reptantes del ambiente periglacial es extremadamente peligroso, pues la inestabilidad causada puede derrumbar la escombrera;
- Por las perforaciones en el hielo con maquinaria pesada, lubricantes y otros contaminantes que no solamente alteran la estructura del hielo, pero contaminan su contenido hídrico.

En la imagen a continuación vemos un tractor con pala mecánica avanzando en la apertura de un camino exploratorio minero por una ladera de una montaña que podría ser zona de ambiente periglacial.



Topadora abre camino indiscriminadamente por cerro en la alta montaña

Si el conductor de este tractor no está advertido que puede estar invadiendo suelos congelados y que podrían estar saturados en hielo (lo que lo harían suelos protegidos por ley), o que próximamente en su trayectoria podría haber hielo, no detendrá su andar y podría perturbar y destruir ambiente periglacial. De hecho es común que esto suceda en

²⁴ compare Brenning, 2008; Kronenberg, 2009; Brenning & Azócar, 2010

²⁵ para una definición del glaciostema: <http://wp.cedha.net/?p=2843>

zonas de exploración minera donde hay ambiente periglacial.

Trabajadores en el proyecto Filo Colorado de la entonces Xstrata Copper (ahora Glencore Xstrata) en la Provincia de Catamarca, cuando introdujeron el camino de acceso a Filo Colorado, relataban de manera sorprendida que sus topadoras daban con hielo puro en la excavación del camino. Estaban indudablemente interviniendo glaciares de escombros.

En la siguiente imagen del proyecto *Altar*, en la provincia de San Juan (de la empresa Stillwater), vemos como indiscriminadamente los caminos de exploración minera han perforado y cortado a numerosos glaciares de escombros y ambiente periglacial—los glaciares de escombros son los polígonos azules. Se puede ver esta zona muy claramente en un teléfono inteligente en: 31 28 55 S, 70 29 2 W. Esto es debido a la falta de control del Estado (tanto de la provincia de San Juan, como el estado nacional) sobre la actividad de exploración de la empresa y también por el descuido absoluto de la empresa por el recurso de hielo.

Al mismo tiempo, vemos como la herramienta de mapeo de permafrost brindada por la Universidad de Zúrich, hubiera asistido al Estado y a la empresa para identificar *ex-ante* a zonas con alta probabilidad de contener suelos congelados del ambiente periglacial. Podrían haber indicado a la empresa la necesidad de estudiar previamente a estos suelos y evitar mandar caminos exploratorios por suelos congelados saturados en hielo, o por glaciares de escombros. El daño era evitable.

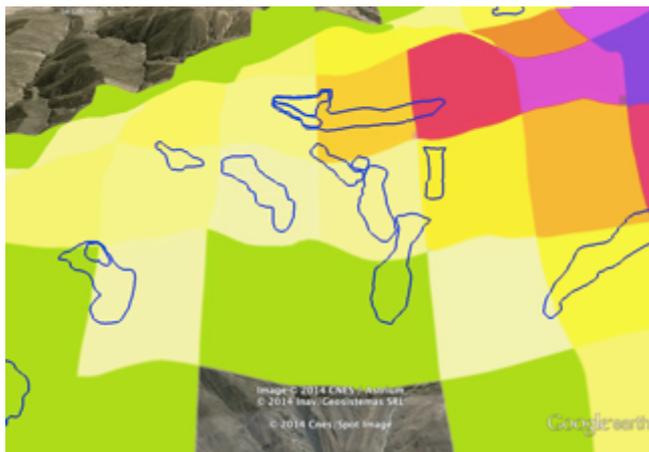


El proyecto Altar, de Stillwater, evidencia severos impactos en ambiente periglacial

En la siguiente foto del proyecto Filo Colorado, vemos un camino introducido por Xstrata Copper (hoy Glencore-Xstrata) únicamente para acceder al proyecto y para trabajar en la fase de exploración. Vemos numerosos cuerpos de hielo (glaciares de escombros) cortados por los caminos mineros. La empresa no tuvo recaudos para evitar a estos cuerpos de hielo—hoy protegidos por ley—si bien lo podría haber hecho sin ningún costo adicional. Para peor, cuando terminó su trabajo de exploración, Xstrata Copper decidió no avanzar con Filo Colorado y abandonó el terreno, sin ningún tipo de remediación a los glaciares dañados.



Xstrata Copper (ahora Glencore-Xstrata) impactó a glaciares de escombros en Catamarca y luego abandonó el lugar sin ningún tipo de remediación.



En la foto a la izquierda podemos ver la utilidad para el funcionario público, y para la empresa, del mapeo remoto de suelos congelados. Con esta simple herramienta, vemos que TODOS los glaciares están en zonas donde el mapeo indicaba la alta probabilidad o al menos la sospecha de encontrar suelos congelados. De haber podido utilizar esta herramienta de manera *precautoria* en el caso de Filo Colorado, se hubiera podido pedir a Xstrata Copper un detallado relevamiento

de suelos congelados, de glaciares de escombros y de suelos saturados en hielo, y con esta información se podría haber realizado la traza del camino por otro sitio y no impactar a glaciares de escombros. Nuevamente, el daño era evitable.

Lamentablemente, en el pasado, las empresas mineras operando en el país no tenían ningún resguardo para la conservación del hielo que podía interponerse con su actividad, al contrario, el hielo representaba un impedimento, complicando sus operaciones. También es lamentable que funcionarios públicos, como por ejemplo el Sr. Silvio Peralta, Director del INGENIO de la Provincia de San Juan, a cargo del inventario de glaciares de la provincia, diga y reitere que no hay glaciares donde hay minería en su provincia.²⁶ Los ejemplos de Altar, de el Pachón, de Pascua Lama, de Del Carmen, todos proyectos mineros que han intervenido a glaciares de escombros y a ambientes periglaciales saturados en hielo, son notorios y fácilmente verificables por Google *earth*. Aquí también estamos ante un gran incumplimiento de los deberes de los funcionarios públicos sanjuaninos como también de los funcionarios públicos nacionales cómplices de este encubrimiento.

La realidad es que los ambientes periglaciales eran (y son) un dolor de cabeza para la actividad minera y la Ley de Glaciares vino justamente a profundizar enormemente a esta

²⁶ ver: http://www.diariodecuyo.com.ar/home/new_noticia.php?noticia_id=439842

situación. Cuando la actividad minera entra a operar en ambientes glaciarios o en ambiente periglacial, sistemáticamente se rompen máquinas por la dificultad de perforar el suelo congelado, y esto frena el proceso de toma de muestras y perforaciones. De todas maneras las actividades siguen hasta realizar las tareas previstas, muchas veces destruyendo el recurso criogénico (suelos congelados o glaciares). En el pasado, ni a las empresas mineras ni al Estado se le ocurría que la destrucción de suelos congelados era un impacto significativo en el recurso hídrico del ecosistema de montaña.

Barrick Gold, por ejemplo, en sus primeros estudios de impacto ambiental para el proyecto binacional Pascua Lama, ni siquiera incluía a glaciares como recursos naturales a ser impactados—y menos protegidos. Por ignorancia o por obligación, esta actitud se terminó con la Ley de Glaciares, aunque no necesariamente se detuvo la *mala praxis*.

El geocriólogo Arturo Corte, fundador del IANIGLA, experto en temas de permafrost y glaciares de escombros, dice contundentemente,

“Durante las actividades en zonas de permafrost, se produce una reducción de la capa activa, ya sea por acción del viento, del tráfico y la erosión misma del lavado por aguas, los de fusión; pero lo que es más grave aún es la influencia del “fuellado” de los vehículos y los efectos de topadoras y motoniveladores que se emplean en el emparejamiento de caminos, zonas de estacionamiento, vías de acceso y suministros. Por ello es esencial tener el concepto de que el permafrost debe ser protegido al máximo en zonas de construcciones.” (Corte 1993, p.295)

Para cualquier introducción de cualquier tipo de obra, sea la apertura de un camino o la perforación para tomar muestras, cuando se sabe que se está operando en zona de ambiente periglacial, se debe tomar previamente las medidas necesarias para evitar un impacto en esta importante reserva hídrica, para proteger la reserva misma y también para conservar y proteger su funcionamiento de regulador de cuencas.

Un impacto de una obra humana en un glaciar de escombros es identificable sin la necesidad de realizar una visita al lugar. Ciertamente se deberá visitar el sitio para determinar la gravedad del impacto, pero el impacto mismo puede ser fácilmente identificable por satélite. Ya lo hemos visto en imágenes anteriores en este informe en proyectos como Altar, El Pachón, Filo Colorado, etc.. Cuando el impacto es en ambiente periglacial *sin glaciar de escombros*, esta identificación es mucho más difícil ya que no siempre se puede percibir la saturación de hielo en el suelo. Esto debe hacerse con una visita al lugar.

¿Es posible saber ex ante, por medio de análisis de imágenes satelitales, si una obra humana está afectando a un ambiente periglacial?

En algunos casos sí. Podemos utilizar la metodología de la inferencia para buscar el ambiente, y con mucha probabilidad definir la presencia de suelos congelados en imágenes satelitales, sobre todo cuando vemos la presencia de glaciares de escombros en los entornos. Luego es relativamente fácil identificar un camino minero en imágenes satelitales y seguirlo por la imagen, y ver en qué lugar atraviesa a un glaciar de escombros (se ve claramente en el ejemplo anterior del camino de acceso introducido por Xstrata Copper en Filo Colorado, el que corta a varios glaciares de escombros), ya que el glaciar de escombros es una geoforma rápidamente identificable, fluye por encima de la superficie del terreno, y tiene características muy notorias (formas lobuladas, arrugas en forma de arcos, surcos, lengua quebrada abrupta en 30-40 grados, etc.). En el caso del suelo congelado, *sin glaciares de escombros*, no necesariamente se revela tan fácilmente. Podemos suponer que en los alrededores a los glaciares de escombros, sobre todo en las alturas mayores a su punto más bajo, habrá ambiente periglacial que podría ser afectado. Al menos con estos datos, podemos tomar medidas (comandar y realizar estudios) para verificar si efectivamente hay o no ambiente periglacial en la zona y si una determinada obra o actividad está emplazada y está afectando al recurso.

De la misma manera, si un camino atraviesa una zona registrada como permafrost por el modelo de la Universidad de Zúrich, deberíamos al menos tomar nota para luego inspeccionar y/o verificar el hecho en el lugar y verificar si este permafrost está actuando

como reserva hídrica o regulador de cuencas. Muchas de estas determinaciones de “donde” se deben hacer los estudios, son realizables a distancia y es por esto que los inventarios de zonas prioritarias pedidos por la Ley de Glaciares son tan importantes. También es el deber de las autoridades públicas asegurar que los emprendimientos mineros que están operando en zona de ambiente periglacial, realicen los estudios pertinentes y no avancen con obras hasta tanto se realicen estos estudios y se determine que no habrá impactos.

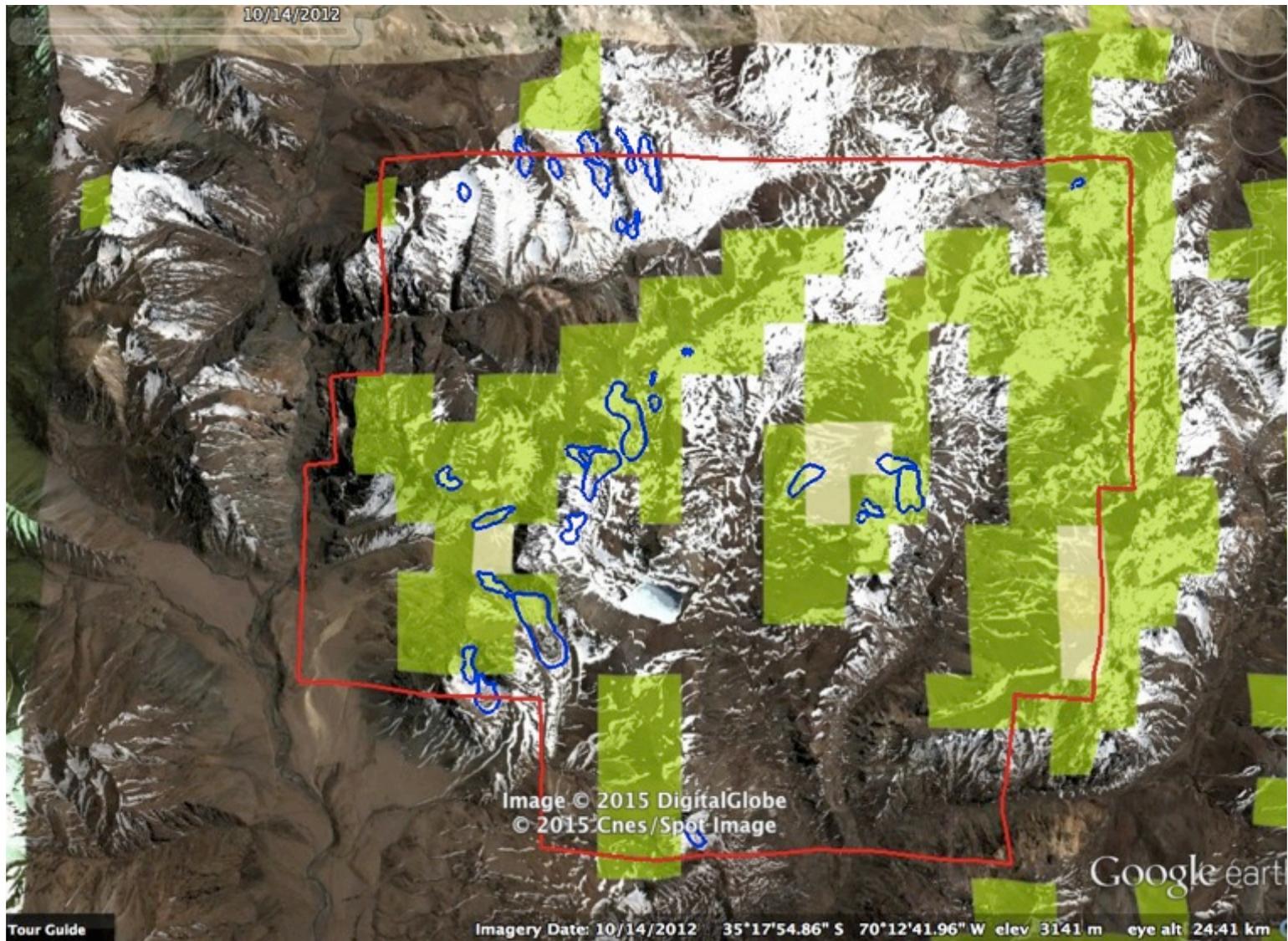
En la siguiente imagen tomada por satélite del proyecto *El Pachón* en la Provincia de San Juan (ahora el dueño es Glencore-Xstrata), podemos ver como un camino de exploración minera cortó a un glaciar de escombros activo en su zona de alimentación. Este glaciar y el impacto minero se puede ver en su teléfono inteligente en: 31 44 53 S, 70 27 15 W



Glaciar de escombros intervenido en el proyecto minero El Pachón (Glencore Xstrata), en la Provincia de San Juan; Lugar de imagen: 31 44 53 S, 70 27 15 W

No debería haber un solo proyecto minero en zona de ambiente periglacial, ni siquiera realizando actividades de exploración, sin dichos estudios realizados y aprobados por el Estado y con los planes de contingencia y protección de estos recursos y solamente deben autorizarse actividades si está absolutamente comprobado y asegurado que no se afectará el recurso!

10/14/2012



El Ambiente Periglacial y Glaciares en Cerro Amarillo

El lector que ha leído este informe hasta esta sección ya cuenta con una instrucción básica en la identificación de glaciares de escombros que le será útil para entender esta sección.

Luego de revisar imágenes satelitales disponibles de la zona de concesión del proyecto minero Cerro Amarillo, donde se visibilizan glaciares descubiertos y glaciares de escombros (indicador de que hay suelos saturados en hielo), y visto que el mapeo de permafrost del modelo elaborado por la Universidad de Zúrich identifica aproximadamente un 50% del territorio de la concesión con *probabilidad* o al menos *sospecha* de presencia de ambiente periglacial—lo que corresponde con los cuerpos de hielo visibles en imágenes satelitales, y visto que hemos recabado información presencial, mediante fotografías y observaciones, realizadas *in situ* por un colaborador de CEDHA, podemos concluir de manera contundente y sin lugar a dudas que *hay glaciares, hay glaciares de escombros, y hay suelos saturados en hielo* en la concesión minera de Cerro Amarillo y que estos están protegidos por la Ley de Glaciares.

Podemos debatir sobre las características específicas de estos cuerpos de hielo perenne, si son más o menos grandes, si evidencian características activas (movimiento), si están en condición saludable o en estado vulnerable, etc., pero no dudamos de su presencia ni de su emplazamiento. Podemos además pronosticar que debido a la limitada disposición de imágenes, probablemente un estudio y un inventario acabado de las zona, revelará más cuerpos de hielo de los que ofrecemos en el siguiente inventario.

Inventario de Glaciares en Cerro Amarillo

En nuestro inventario (ver imagen arriba), contamos unos 30 cuerpos glaciares (entre estos 13 glaciares descubiertos con una superficie total de 1.15km² y 17 glaciares de escombros con una superficie total de 2.58km², lo que suma un total de superficie glaciaria de 3.73 km² en el territorio de la concesión minera de Cerro Amarillo. Por la cobertura de nieve en las imágenes disponibles, es muy probable que el número sea superior a esta cifra ya que seguramente se descubrirá un número importante de pequeños glaciares descubiertos no incluidos aún en el inventario. El rango de elevación del ambiente periglacial y glaciario en la zona del proyecto, según los glaciares y glaciares de escombros relevados es:

Glaciares de escombros: 2,740 – 3,540 msnm
 Glaciares descubiertos: 2,830 – 3,690 msnm

A continuación listamos cada uno de los glaciares de nuestro inventario, indicando el nombre asignado por CEDHA, el tipo de glaciar (descubierto vs. escombros) y su rango de elevación. El lector podrá ingresar la coordenada del glaciar para verlo en Google *earth*, o por su teléfono inteligente. También puede bajar el archivo *.kmz* preparado por CEDHA y abrirlo en Google *earth* para ver todos los polígonos mapeados. Este archivo es obtenible en:

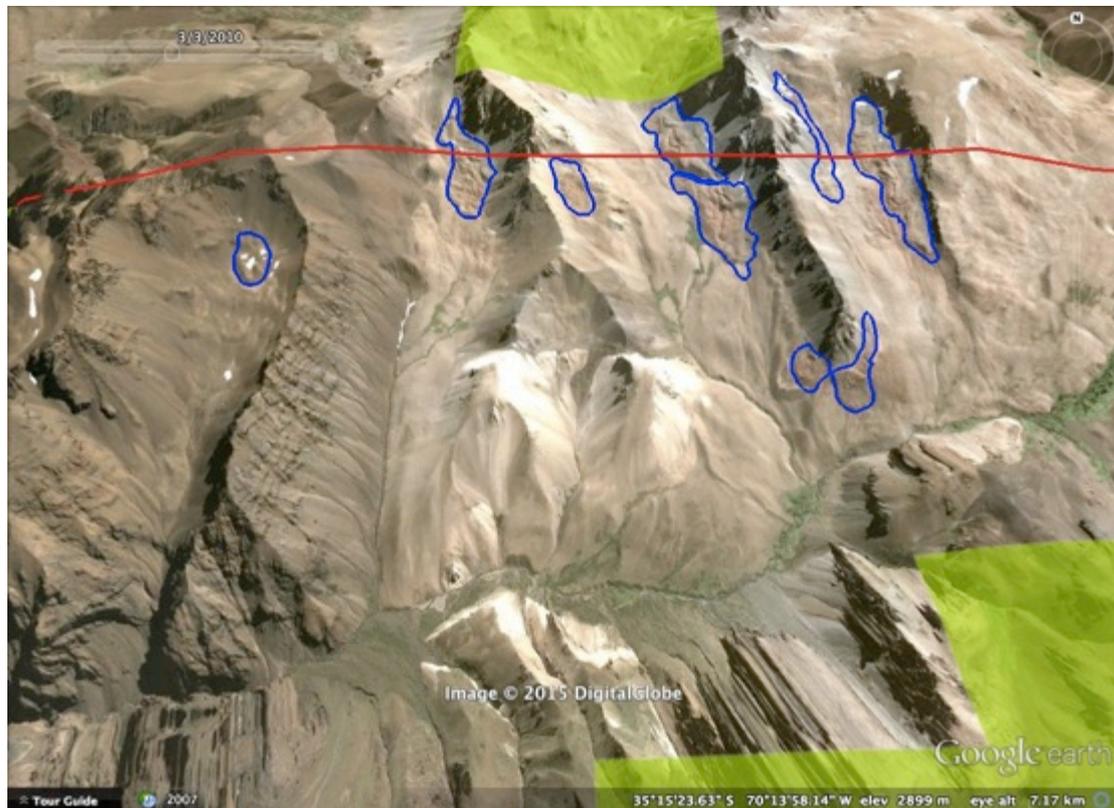
http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2015/02/Cerro-Amarillo-Project-Polygons.kmz_.zip

Nombre del Glaciar	Tipo	Coordenadas	Elevación	Área (km ²)
Glaciar R 3514-7012	escombros	35 14 57.22 S, 70 12 40.35 W	2915-3100	.18
Glaciar R 3514-7012 (b)	escombros	35 14 38.71 S, 70 12 58.83 W	2960-3140	.07
Glaciar R 3514-7013	escombros	35 14 44.53 S, 70 13 24.36 W	2895-3000	.13
Glaciar R 3514-7013 (b)	escombros	35 14 55.46 S, 70 13 50.09 W	2970-3060	.05
Glaciar R 3514-7014	escombros	35 14 54.35 S, 70 14 11.36 W	2990-2990	.12
Glaciar 3515-707	descubierto	35 15 7.54 S, 70 7 26.59 W	3205-3270	.02
Glaciar R 3515-7012	escombros	35 15 36.00 S, 70 12 52.31 W	2750-2900	.05
Glaciar R 3515-7013	escombros	35 15 3.92 S, 70 13 16.85 W	2855-2950	.15
Glaciar R 3515-7013 (b)	escombros	35 15 32.27 S, 70 13 2.14 W	2740-2910	.03
Glaciar R 3515-7014	escombros	35 15 13.19 S, 70 14 57.01 W	2940-3000	.05
Glaciar 3517-707	descubierto	35 17 2.16 S, 70 7 16.69 W	3395-3510	.04
Glaciar 3517-707 (b)	descubierto	35 17 50.33 S, 70 7 31.72 W	3455-3530	.06
Glaciar 3517-709	descubierto	35 17 57.13 S, 70 9 48.25 W	3275-3615	.14
Glaciar 3517-7011	descubierto	35 17 19.35 S, 70 11 33.73 W	2910-3095	.14
Glaciar R 3517-7012	escombros	35 17 30.59 S, 70 12 54.41 W	3125-3540	.49
Glaciar R 3517-7012 (b)	escombros	35 17 21.35 S, 70 12 35.63 W	3200-3290	.04
Glaciar 3517-7013	descubierto	35 17 51.90 S, 70 13 31.99 W	3130-3480	.10
Glaciar R 3518-709	escombros	35 18 13.78 S, 70 9 31.58 W	3060-3280	.31
Glaciar 3518-7010	descubierto	35 18 21.39 S, 70 10 3.78 W	3300-3690	.06
Glaciar 3518-7010 (b)	descubierto	35 18 31.13 S, 70 10 8.05 W	3403-3610	.03
Glaciar R 3518-7010	escombros	35 18 7.11 S, 70 10 47.22 W	3090-3310	.16
Glaciar 3518-7013	descubierto	35 18 38.67 S, 70 13 48.78 W	2960-3460	.12
Glaciar 3518-7013 (b)	descubierto	35 18 33.95 S, 70 13 29.09 W	2915-3090	.12
Glaciar R 3518-7013	escombros	35 18 4.06 S, 70 13 12.28 W	2990-3170	.32
Glaciar R 3518-7014	escombros	35 18 34.06 S, 70 14 37.23 W	3240-3510	.13
Glaciar 3518-7015	descubierto	35 18 8.08 S, 70 15 7.34 W	3360-3450	.09
Glaciar 3519-7014	descubierto	35 19 8.64 S, 70 14 30.97 W	3240-3590	.11
Glaciar 3520-7014	descubierto	35 20 0.69 S, 70 14 47.54 W	2970-3425	.12
Glaciar R 3520-7014 (b)	escombros	35 20 19.63 S, 70 14 37.69 W	2830-3060	.20
Glaciar R 3521-7012	escombros	35 21 39.14 S, 70 12 6.07 W	2960-3220	.10

TOTAL Cobertura Glaciares: 3.73km²
 - Descubiertos (13): 1.15km²
 - Escombros (17): 2.58km²

Zona Nor Oeste (35°15'38.27" S 70°13'51.19" W)

Esta zona contendría al menos 9 glaciares de escombros y se ubica al límite Noroeste de la concesión. También hay posibilidad de *otros* suelos congelados saturados en hielo aparte de estos glaciares de escombros. Es una zona donde según la empresa, no se proyectan actividades extractivas. No sabemos si han habido o no actividades exploratorias en estas zonas.



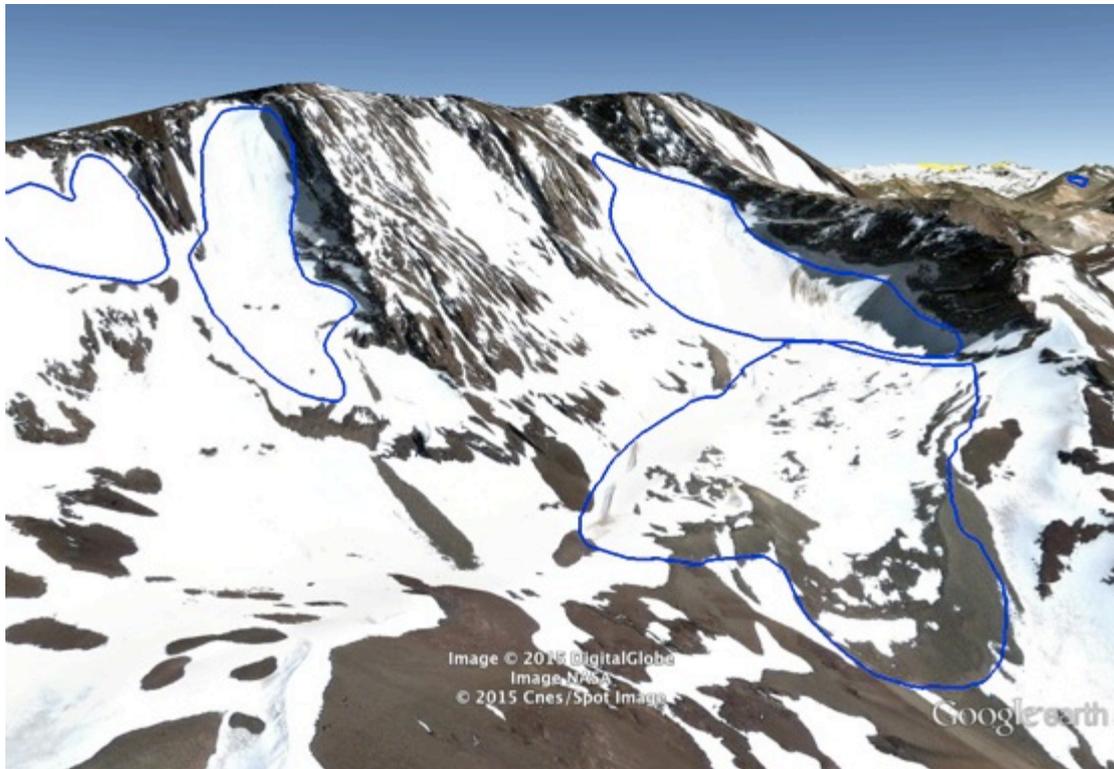
Zona Sur Oeste (35°18'27.82" S 70°13'14.42" W)

Esta zona contendría unos 14 glaciares entre glaciares descubiertos y glaciares de escombros y se ubica al límite Suroeste de la concesión. Es una zona rica en recursos hídricos, evidenciado por la presencia de lagunas formadas por deshielo de nieve y de ambiente periglacial. Es la zona de principal interés mineral por lo que su detallado estudio es extremadamente importante.



Zona Centro (35°18'20.93" S 70°10'06.68" W)

En esta zona identificamos unos 5 glaciares entre glaciares descubiertos y glaciares de escombros. La alta cobertura de nieve y la poca disponibilidad de imágenes satelitales no permite determinar si existe un mayor número de pequeños glaciares descubiertos.



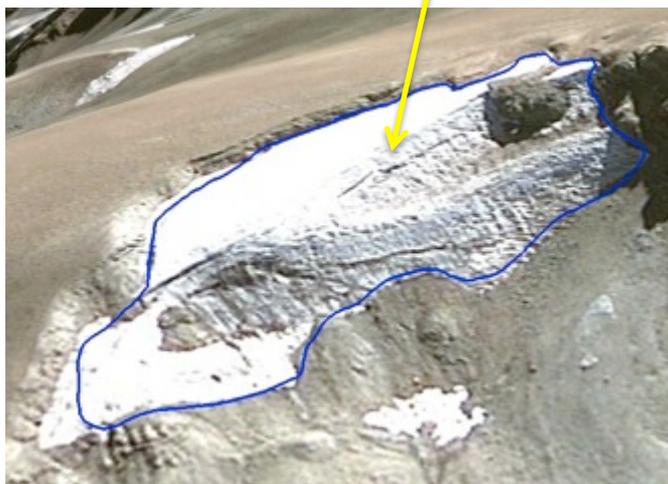
Zona Sur (35°21'38.81" S 70°12'22.11" W)

En esta zona identificamos a un sistema glaciar que podría ser mixto entre glaciar descubierto y glaciar de escombros. Podría haber presencia de glaciares cubiertos (diferentes a los glaciares de escombros).



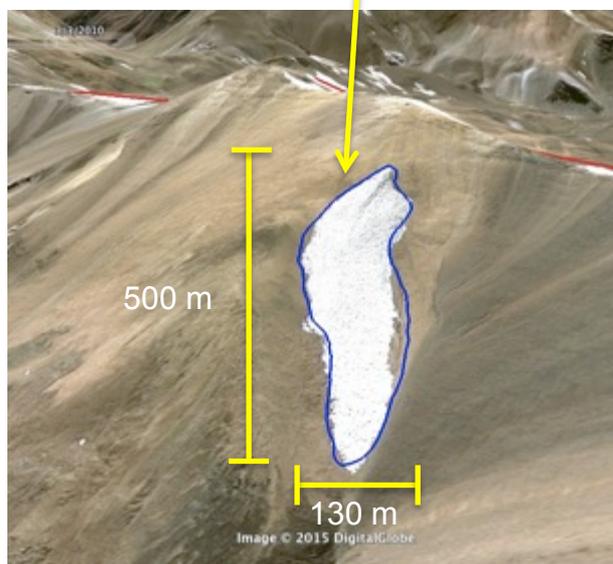
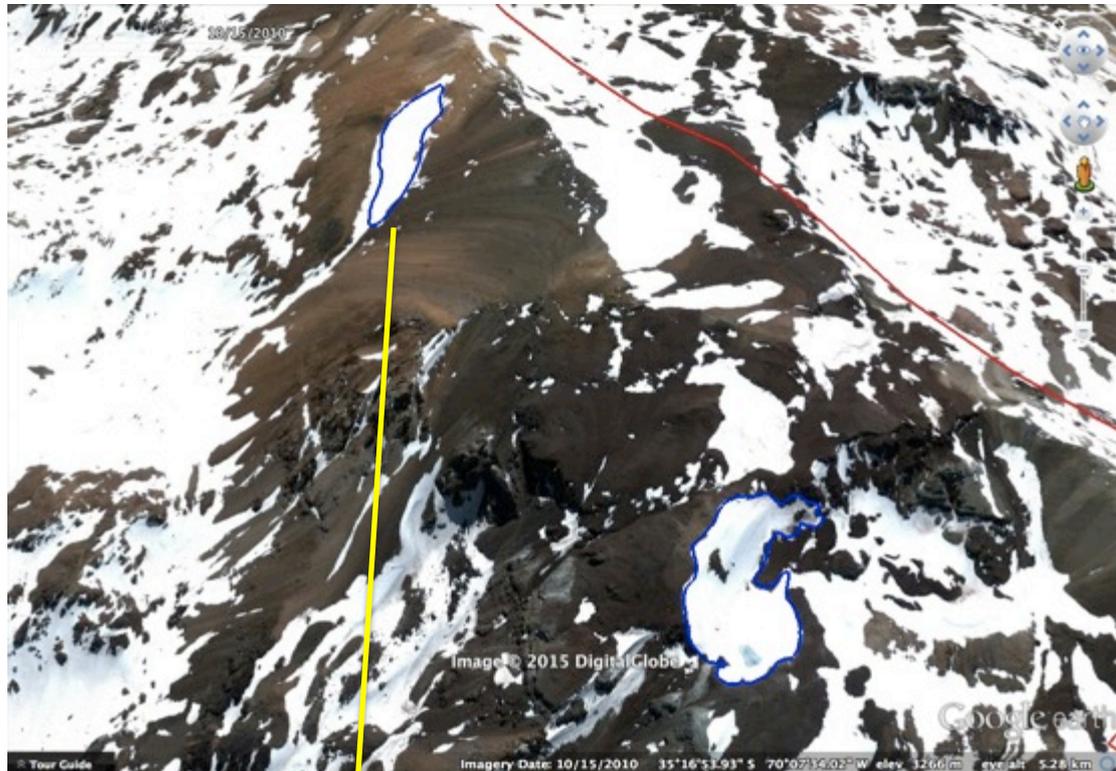
Zona Noreste (35°15'33.26" S 70°07'38.36" W)

En esta zona identificamos a un pequeño glaciar descubierto, y la posibilidad de suelos permanentemente congelados, aunque la cobertura de nieve y la poca disponibilidad de imágenes probablemente esconden adicionales pequeños cuerpos de hielo perenne protegidos por ley. De hecho, nuevas imágenes que obtuvimos provenientes del IANIGLA revelan algunos glaciares descubiertos adicionales en la zona.



Zona Oeste (35°17'28.24" S 70°07'20.55" W)

En esta zona identificamos a dos glaciares descubiertos, y la posibilidad de algunos más, lo que no se puede determinar por la mala calidad de las imágenes satelitales (tienen mucha cobertura de nieve).

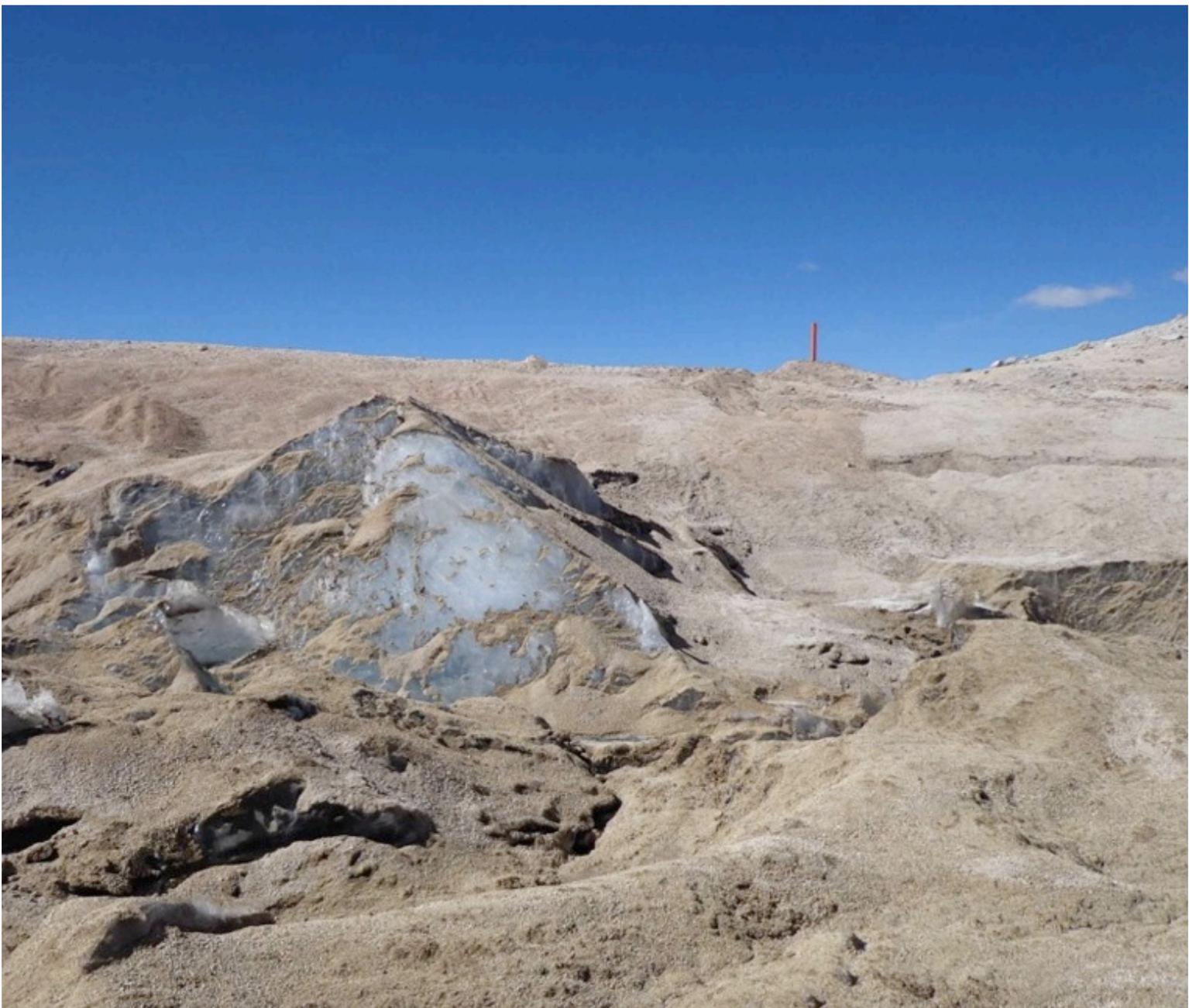


Es evidente que en la concesión de Cerro Amarillo hay todo tipo de recursos criogénicos, incluyendo glaciares, glaciares de escombros, y suelos congelados saturados en hielo. Esto lo constata CEDHA, ¿pero qué han dicho o qué dirán las autoridades nacionales o la misma empresa al respecto?

Al no haber aun un inventario oficial, estos cuerpos de hielo protegidos por ley, con un proyecto minero a punto de iniciarse, están en absoluto estado de vulnerabilidad. Es fundamental que se complete *cuanto antes* un inventario oficial, y que se establezca de manera contundente y terminante, los límites tolerables para la realización de actividades industriales u otros que podrían afectar a estos recursos.

A continuación vemos como quedó el glaciar Toro 1 en el proyecto minero Pascua Lama de Barrick Gold. Este glaciar anteriormente descubierto era parecido al glaciar en la anterior imagen de Cerro Amarillo. Fue totalmente tapado por el detrito y polvo proveniente de voladuras de “preparación” de Pascua Lama y ni siquiera empezó a producir este proyecto minero. Cabe señalar que Pascua Lama permanece cerrado por la justicia chilena justamente por este tipo de impacto. A cambio, en San Juan, las autoridades provinciales indican que Barrick Gold no impacta a glaciares y que no hay ni siquiera glaciares donde hay actividad minera.

[El glaciar Toro 1, parecido a varios pequeños glaciares en la concesión de Cerro Amarillo \(tal como el Glaciar 3517-707\), quedó completamente tapado por polvo y detrito proveniente del proyecto minero Pascua Lama](#)



¿El IANIGLA hará un inventario del ambiente periglacial en la zona del proyecto?

Recordemos que el trabajo del IANIGLA en la realización del inventario es principalmente un trabajo de análisis de imágenes de satélite realizado desde sus oficinas en la ciudad de Mendoza y no implica una visita obligatoria al campo. Si bien quienes realizan este inventario *pueden* hacer una visita ocular al campo, si se hace, esta visita es solo para tomar un relevamiento representativo, y de ninguna manera puede llamarse un inventario completo de todos los recursos criogénicos del ambiente periglacial en la concesión minera. Su visita *in situ*—si es que se hace—es un control meramente parcial y estadísticamente representativo para confirmar y constatar las principales geoformas que se han podido identificar en las imágenes satelitales. Si tuvieran que hacer un estudio profundo sobre la presencia de hielo en suelos congelados donde no se visualizan geoformas visibles por imagen satelital, sería un trabajo tan extensivo que podrían pasarse una vida entera tratando de relevar una sola de las centenares de cuencas congeladas en el país. Estos son trabajos costosos que requieren mucho tiempo y aplicación científica, y es por eso que esta tarea recae principalmente en la empresa para realizar.

El IANIGLA relevará la presencia de “algunos” elementos del ambiente periglacial—lo que hará principalmente en un ejercicio de escritorio. Revelará por ejemplo “glaciares de escombros”, que son los elementos más notorios y visibles del ambiente periglacial en imágenes satelitales. Estos se pueden ver fácilmente por Google *earth* sin necesidad de visitar el sitio. Sin embargo, como bien indica el IANIGLA en su plan y cronograma de implementación²⁷, “en el ambiente periglacial existen numerosas geoformas con hielo en su interior”. Pero aun así, el IANIGLA solamente se enfocará en los glaciares de escombros y no relevará la presencia de suelos congelados reptantes, por ejemplo, u otros elementos del ambiente periglacial que también podrían estar saturados en hielo y que también están protegidos por ley.

Es más, según el inventario, solamente se incluirán los cuerpos de hielo de más de 0.01 km², es decir un cuerpo de hielo de 100m X 100m de superficie, aproximadamente. Este límite se hace por una cuestión de simplificación logística. No debemos confundir o suponer, sin embargo, que glaciares o campos de nieve más pequeños no son importantes, ya que el conjunto de pequeños glaciaretos o manchones de nieve, en su conjunto, también son tan o más importante que glaciares más grandes. También debemos enfatizar que porque el IANIGLA no incluya a estos pequeños glaciares en su inventario, no implica que el hielo no está protegido por ley. Dicho de otra manera, inclusive los pequeños glaciares, glaciaretos, manchones y campos de hielo perenne, aunque no sean parte del inventario de glaciares, también gozan de protección por la Ley de Glaciares!

De la misma manera, debemos estar claro sobre el hecho de que el IANIGLA no revelará la totalidad del ambiente periglacial de ninguna parte del país, ya que dicho relevamiento, excede su capacidad física de hacer el trabajo. Esto implica que hay otros elementos del ambiente periglacial que existen, que tienen contenido hídrico, que funcionan como reservas hídricas y como reguladores de cuencas, y que también están protegidos por ley, si bien no están incluidos en el inventario de glaciares.

Es por este motivo, que el modelo elaborado por la Universidad de Zúrich que mapea el permafrost probable es tan importante. Este modelo sirve de base para demarcar una zona desde la cual podemos partir en nuestro análisis, estableciendo de manera precautoria, el deber de cualquier organismo, público o privado, empresa o agencia de estado, de demostrar (antes de avanzar con cualquier actividad invasiva) que en esa zona demarcada por el modelo, no hay suelos congelados saturados en hielo (glaciares de escombros u otros), ya que estos estarían completamente protegidos por ley.

²⁷ Inventario Nacional de Glaciares y Ambiente Periglacial: Fundamentos y Cronograma de Ejecución; ver: <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/SUBpolitica/file/CronogramalInventarioGlaciaresIANIGLA.pdf>

¿La empresa Meryllion hizo o hará un inventario del ambiente periglacial en la zona del proyecto?

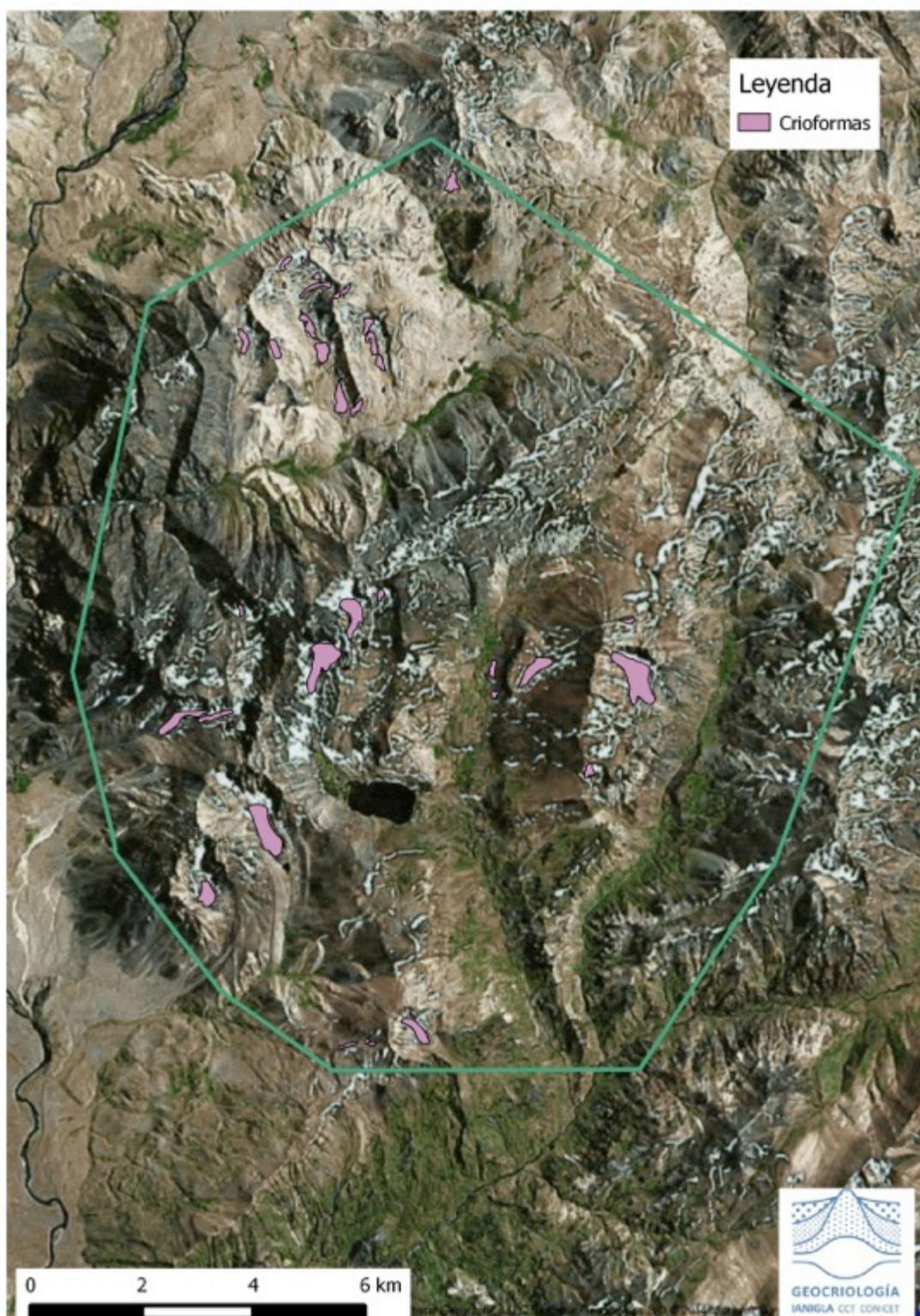
La empresa *Meryllion Resources* ya realizó al menos un inventario básico de los recursos glaciares y de los suelos congelados en la concesión. Pero este trabajo, hasta la fecha, no se conoce públicamente. En conversaciones que el autor tuvo personalmente con representantes de *Meryllion Resources* en Canada (conversaciones virtuales), y en Buenos Aires (encuentros presenciales) la empresa dejó entender que sí cuenta con un relevamiento de glaciares.

El relevamiento y el inventario de los suelos congelados saturados en hielo es importante para la empresa, no solamente para conocer el valor mineral de esos suelos, sino porque además de tener contenido de hielo, serían suelos altamente inestables, y cualquier construcción o por ejemplo la ubicación de una escombrera sobre estos suelos, podría ser trágico si se des-estabiliza el suelo y se desliza la estructura. Fue el caso por ejemplo ocurrido en el proyecto Veladero²⁸, donde Barrick Gold ubicó (en contra de la recomendación de técnicos especialistas) una de sus escombreras sobre suelos reptantes congelados. El resultado fue un repentino deslizamiento de casi medio kilómetro, de una masa de piedra estéril del tamaño de un pequeño pueblo. Este tipo de accidente potencialmente mortal, se evita haciendo un buen relevamiento y estudio de suelos congelados.

²⁸ ver: <http://wp.cedha.net/?p=8295>

Inventario de Glaciares (Preliminar) del IANIGLA

Durante la revisión final de la publicación de este informe, pudimos obtener la siguiente imagen de una parte de la concesión del proyecto minero Cerro Amarillo, donde vemos un trabajo de inventario de glaciares en evolución del IANIGLA que confirma la presencia de hielo en la concesión de Cerro Amarillo. El mapeo del IANIGLA no varía mucho del inventario de CEDHA.



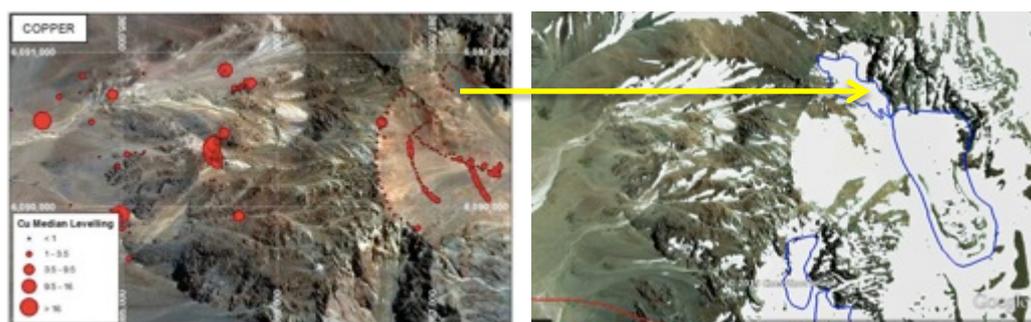
Coincidencias de Actividad Minera y Zonas con Glaciares y/o Ambiente Periglacial

En términos de riesgos e impactos de la actividad minera en Cerro Amarillo en recursos de glaciares y ambiente periglacial la pregunta principal que se debe responder es si ha habido o si habrá impactos o riesgos generados a glaciares, glaciares de escombros o a ambientes periglaciales por la actividad minera de Cerro Amarillo.

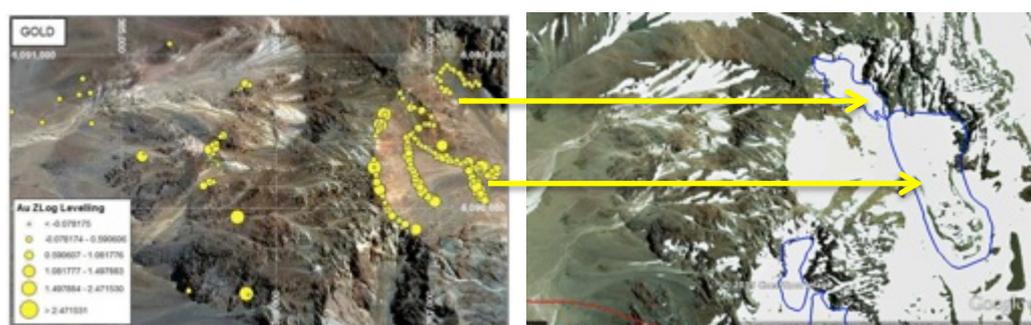
Para responder a esta pregunta, primero debemos definir si la actividad pasada o programada para el futuro de Cerro Amarillo ocurrió o *ocurriría* en zonas donde hay glaciares, glaciares de escombros o ambiente periglacial, o donde la actividad podría afectar a los glaciosistemas que son conducentes a que en esos lugares existan estos recursos de hielo.

Según la información disponible sobre la actividad minera reciente y propuesta para el futuro, proporcionada por la misma empresa, combinado con el análisis de imágenes satelitales presentado en este informe, efectivamente hay evidencia de coincidencia entre la actividad minera pasada, actual o futura con zonas donde hay presencia de glaciares descubiertos, glaciares de escombros o de ambiente periglacial.

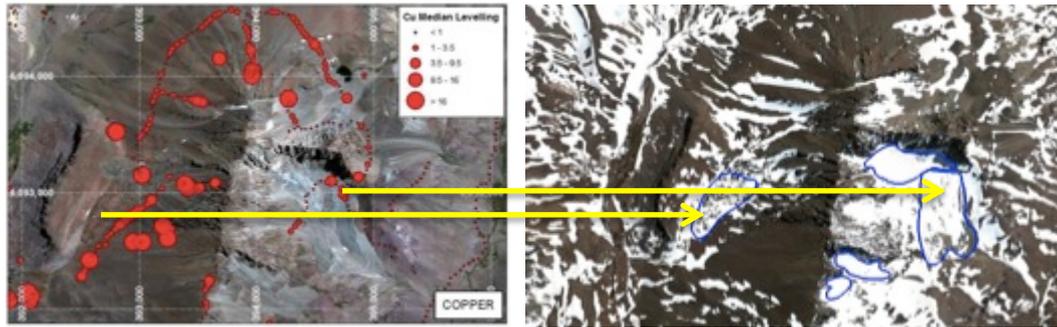
Las siguientes imágenes ofrecen información que sostiene esta afirmación. Se trata de mapeos de minerales obtenidos por la empresa. La confirmación de estos minerales en estos sitios implica que la empresa ya recorrió a estos lugares tomando muestras (supuestamente no-invasivas hasta el presente y sin perforaciones). También implicaría que estas zonas podrían ser en el futuro, destinos previstos de perforaciones.



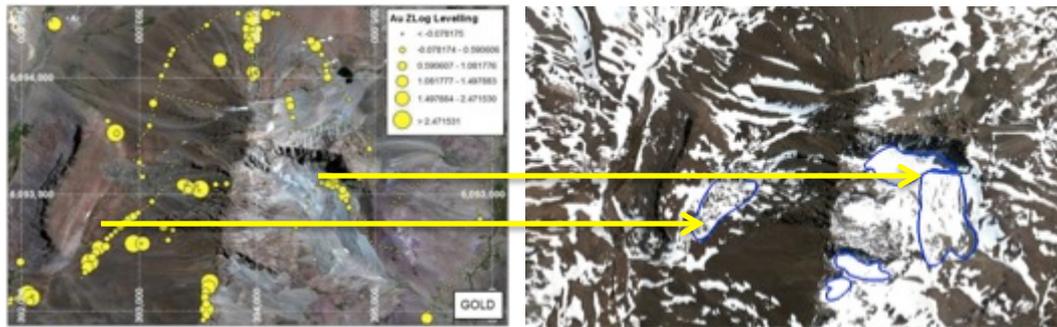
Mapeo de Cobre (puntos rojos) y presencia de glaciares/glaciares de escombros en la zona de La Blanca (polígonos azules)



Mapeo de Oro (puntos amarillos) y presencia de glaciares/glaciares de escombros en la zona de La Blanca (polígonos azules)

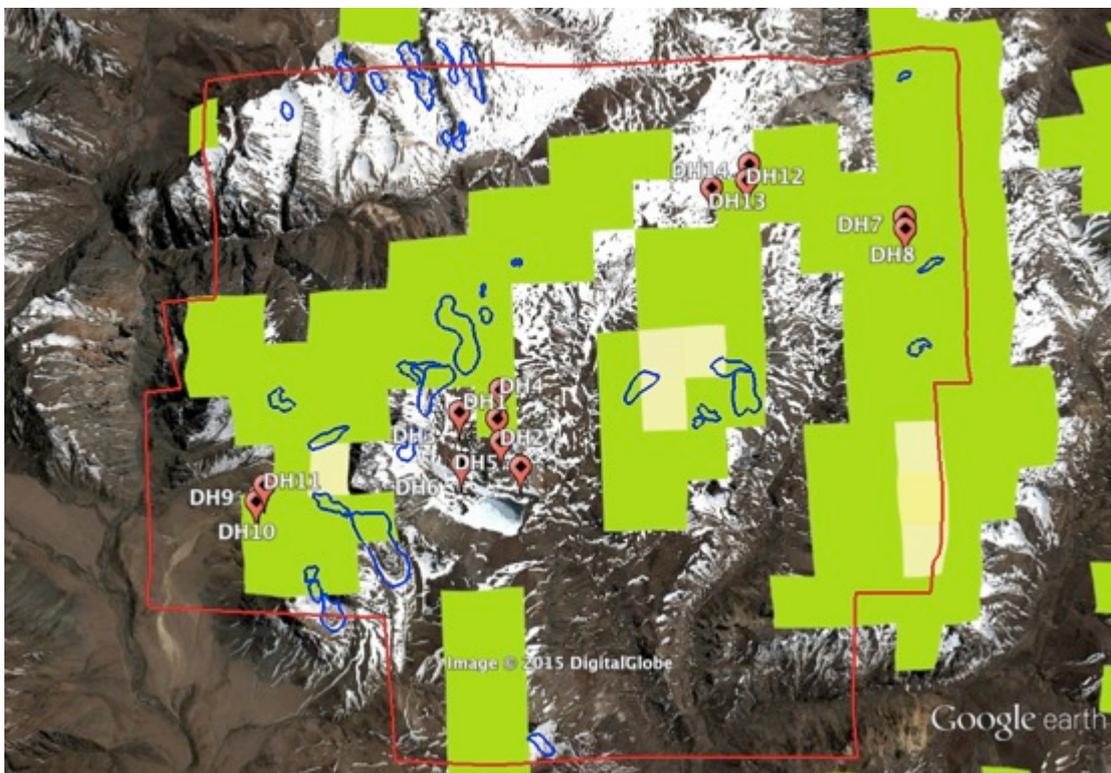
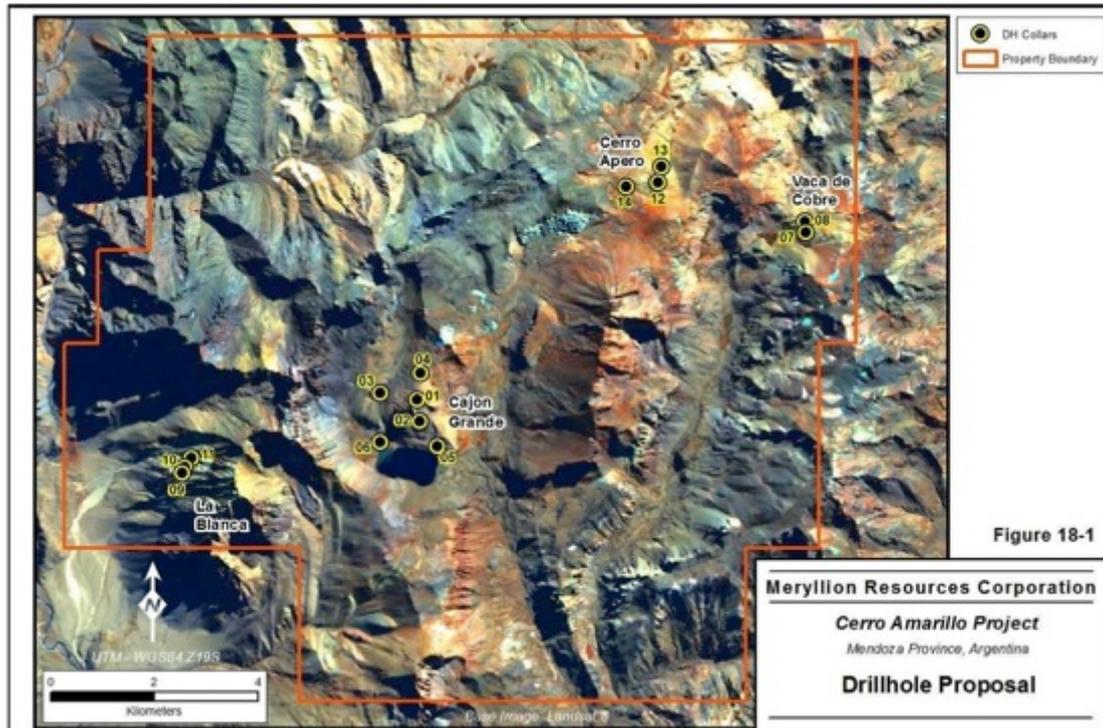


Mapeo de Cobre (puntos rojos) y presencia de glaciares/glaciares de escombros en la zona de Cerro Chorro y coincidencia de glaciares (polígonos azules)



Mapeo de Oro (puntos amarillos) y presencia de glaciares/glaciares de escombros en la zona de Cerro Chorro (polígonos azules)

Podemos también encontrar coincidencias entre las zonas indicadas por la empresa como eventuales zonas de perforaciones y potenciales áreas de suelos congelados saturados en hielo. Cuando comparamos el mapeo de futura perforación de los pozos DH4, DH7, DH8, DH9, DH10, DH11, DH12, DH13 (primer imagen), vemos coincidencia con el mapeo de potenciales suelos congelados (segunda imagen). Si bien los puntos de perforación DH1, DH2, DH3 y D14 parecen estar fuera de zonas potencialmente congeladas, su cercanía lleva a también merecer mayores estudios.



Coincidencia de futuras perforaciones con suelos congelados potenciales.

En la siguiente imagen podemos apreciar con mayor detalle la cercanía significativa de los sitios de perforación futura con glaciares y glaciares de escombros. En la segunda imagen vemos la misma imagen con suelos congelados potenciales incluidos. Los puntos de perforación más comprometidos con suelos congelados son DH1, DH9, DH10, y DH11.



No hay lugar a dudas que hay coincidencia lo suficientemente importante de suelos congelados y potencialmente congelados con la actividad minera proyectada a futuro, para

meritar un profundo estudio de impactos eventuales de cualquier actividad minera con suelos congelados del ambiente periglacial.

Potenciales Impactos en Glaciares y Ambiente Periglacial por Cerro Amarillo

¿Qué implica la pasada, actual o eventual actividad minera de Cerro Amarillo para los recursos glaciares y suelos congelados en la concesión, en términos de impactos a estos recursos?

Recordamos algunas de las actividades mineras que pueden impactar en glaciares, en glaciares de escombros o en ambientes periglaciales son (la lista no es exclusiva):

- Introducción de caminos
- Excavaciones
- Perforaciones
- Voladuras
- Tránsito
- Otra contaminación aérea

Debemos aclarar que las etapas de la minería (prospección, exploración, preparación, extracción, cierre) tienen diversos grados de impacto, y generalmente van de menor a mayor en este orden.

En primer lugar debemos notar que *según lo que ha informado la empresa* en los estudios que ha publicado en su página de Internet y en su informe técnico de Julio 2014, solamente ha habido *exploración liviana y no-invasiva*, a caballo, a pie y en helicóptero. Las imágenes disponibles en Google *earth*, no evidencian ningún tipo de camino o plataforma de perforación introducida a la superficie del territorio de la concesión, lo cual coincide con la afirmación de la empresa. Sin embargo, debemos aclarar que la imagen más actualizada disponible en Google *earth* data del 9 de Septiembre del 2013. Visto que la empresa ha realizado exploraciones y actividades posteriores a esa fecha, no podemos saber si desde esa fecha ha habido o no remoción de suelos o perforaciones en la concesión. Por lo que informa la empresa, basado en el hecho de que la misma ha pedido un permiso al Estado Provincial de Mendoza para perforar en la concesión y dado que aun no se ha aprobado dicho permiso, suponemos que *no habría ninguna actividad hasta el momento* de remoción de suelos que pudiera haber afectado a un glaciar, a un glaciar de escombros o a ambientes periglaciales.

Al mismo tiempo, debemos alertar sobre los riesgos que implicaría avanzar a una nueva etapa de exploración, remoción de suelos, o de perforaciones sin haber completado previamente los inventarios de glaciares y de ambiente periglacial y los debidos estudios de impactos.

Dado que la empresa ya ha anunciado los eventuales lugares de perforación, y que sabemos al menos en primer instancia *dónde* están ubicados los glaciares y el ambiente periglacial potencial, tenemos información concreta y suficiente, sobre dónde podrían haber actividades que interfieran con ambientes glaciares, glaciares de escombros, o a ambientes periglaciales. A esta información es importante agregar la información producida por el inventario oficial eventualmente producido por el IANIGLA, ya que dicha información será más acabada y completa y nos permitirá mapear más precisamente a los glaciares que se ubican dentro de la concesión minera. Utilizando esta información podemos exigir los correspondientes estudios necesarios, establecer zonas de no-intervención, zonas totalmente excluidas para la actividad minera, y zonas donde se debe monitorear la evolución del ambiente en cuestión.

Serían de alta preocupación:

- Cualquier perforación sobre suelos congelados saturados en hielo;
- Cualquier remoción de suelos congelados saturados en hielo;
- Cualquier introducción de caminos sobre ambientes periglaciales saturados en hielo;
- Cualquier voladura barlovento de glaciares descubiertos;
- Cualquier introducción de caminos barlovento de glaciares descubiertos;

¿Y que impactos podrían haber por futuras actividades de exploración más intensas, como por ejemplo, las actividades que pretende realizar Meryllion Resources de perforar 5,000 metros para tomar nuevas muestras?

Aquí sí podemos hablar de potenciales impactos en glaciares, en glaciares de escombros y en ambiente periglacial, y por lo tanto debemos, si avanza el proyecto, tomar los pasos necesarios para evitar dichos impactos.

Considerando que podemos afirmar que:

- hay suelos congelados y ambiente periglacial en la concesión;
- hay glaciares descubiertos (aunque sean pequeños) en la concesión;
- hay glaciares de escombros activos y posiblemente inactivos en la concesión;
- posiblemente hay suelos congelados (del tipo no glaciares de escombros) saturados en hielo;

Hay varios tipos de impactos posibles de la actividad de exploración más intensa y más aun en futuras etapas de extracción, si llegase el proyecto a materializarse:

- 1) que se impacte a glaciares, glaciares de escombros, o a suelos saturados en hielo por la remoción de suelos; esto puede ocurrir por la introducción de caminos o de plataformas de perforación, o de las perforaciones;
- 2) que se impacte a glaciares, glaciares de escombros, o a suelos saturados en hielo por la contaminación de lubricantes y otros productos utilizados en las perforaciones;
- 3) que se impacte a glaciares descubiertos por el tránsito vehicular y las emisiones de combustión o la tierra/polvo que se suspende en el aire por su andar;

¿Como se podría evitar estos tipos de impacto?

En primer lugar, no se debe permitir *ningún tipo de actividad* de exploración más intensa de la exploración liviana, hasta tanto se haya realizado un relevamiento acabado de glaciares, de ambientes periglaciales, de glaciares de escombros y otros tipos de formas criogénicas del ambiente periglacial, tales como suelos reptantes, permafrost saturado en hielo etc. y que se hayan completado los correspondientes estudios de impacto para cualquier otra actividad programada.

Conclusiones

Es evidente que aquí estamos ante un caso emblemático y típico de la problemática que ha surgido recientemente en el país, en la cual están en riesgo recursos criogénicos (glaciares y ambiente periglacial) ante el avance de actividad minera en los Andes Centrales.

Es importante poner cada elemento en contexto y entender acabadamente los riesgos que representan las decisiones de avanzar con actividades industriales en zonas delicadas donde existen glaciares y ambiente periglacial. No se trata de tomar posturas dogmáticas en contra o a favor de la minería, simplemente debemos tener en cuenta y actuar de la manera necesaria para evitar daños innecesarios a los recursos naturales, y a los ecosistemas más sensibles de la Cordillera de los Andes, y también para asegurar el cumplimiento con la legislación vigente.

La Ley de Glaciares es muy clara sobre la importancia del recurso criogénico, y la prohibición de actividades que lo pudieran dañar. Lo que debemos aseverar entonces es si esta concesión minera, y la actividad que se propone realizar en ella impactaría o no en recursos glaciares o en ambiente periglacial.

Debemos primeramente definir cual es el recurso en riesgo. Más precisamente, dónde están los glaciares y dónde está el ambiente periglacial potencialmente afectados. El inventario de glaciares que todos esperamos del IANIGLA, responderá a una de estas incertidumbres, es decir, "dónde están los glaciares". También responderá a la pregunta de "donde están los glaciares de escombros", pero no responderá necesariamente a la pregunta "dónde está el ambiente periglacial saturado en hielo" que también está protegido por ley. Tampoco necesariamente indicará donde están los pequeños glaciaretos y manchones de hielo menores a 0.01km².

Por este motivo, es importante proceder de manera muy cautelosa, asegurando la identificación acabada de todos los recursos criogénicos puestos en riesgo por esta actividad propuesta, y determinar si alguna parte de la actividad propuesta efectivamente dañaría o *potencialmente* dañaría a estos recursos. Si alguna actividad propuesta dañaría a estos recursos, el proyecto minero Cerro Amarillo no podría recibir autorización para avanzar porque sería contrario a la ley vigente.

Llamamos a las autoridades nacionales, provinciales y especializadas, particularmente al IANIGLA, a la Secretaria de Ambiente de la Nación y a las autoridades mineras a realizar los estudios necesarios para ayudar a esclarecer la situación actual en Cerro Amarillo respecto al actual o eventual impacto minero en glaciares, en glaciares de escombros y ambiente periglacial.

En este informe, el Centro de Derechos Humanos y Ambiente (CEDHA), presenta información contundente y fidedigna, mostrando que sí hay recursos criogénicos en la concesión minera Cerro Amarillo. Mostramos sin lugar a dudas que hay glaciares, que hay glaciares de escombros y que hay ambiente periglacial en la concesión minera, todos protegidos por ley. Es ahora responsabilidad del Estado en asegurar la protección de este recurso sensible y vulnerable.

Bibliografía Utilizada en este Informe

IANIGLA. Inventario Nacional de Glaciares: Informe de las Subcuentas de los Rios Blancos y Sector Sector del Cordón del Plata Cuenca del Río Mendoza, Provincia de Mendoza
http://www.glaciaresargentinos.gob.ar/informes/MZ_ING_Plata_31_10_13.pdf

IANIGLA. Inventario Nacional de Glaciares y Ambiente Periglacial: Fundamentos y Cronograma de Ejecución. Diciembre 2010.

Meryllion Resources. Technical Report on the Cerro Amarillo Project. Mendoza Province, Argentina. NI 43-101 Report. July 28th, 2014.
http://meryllionresources.com/i/pdf/reports/CA_43-101.pdf

Taillant, Jorge Daniel . El Ambiente Periglacial y la Minería en la República Argentina. CEDHA 2012.
<http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2012/11/El-Ambiente-Periglacial-y-la-Mineria-en-la-Argentina-Spanish.pdf>

Taillant, Jorge Daniel. Los Glaciares de Barrick Gold. CEDHA 2013.
<http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2013/05/Los-Glaciares-de-Barrick-Gold-version-20-mayo-2013-SPANISH-small.pdf>

Taillant, Jorge Daniel. Los Glaciares y la Minería en la Provincia de La Rioja. CEDHA 2012.
<http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2012/04/Glaciares-y-Miner%C3%ADa-en-la-Provincia-de-la-Rioja.pdf>

Taillant, Jorge Daniel. El Impacto a Glaciares de Escombros y Ambiente Periglacial por El Pachón (Xstrata). CEDHA 2011.
<http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2011/08/Glaciari-Impact-Report-el-pachon-xstrata-FINAL-spanish-version-may-23-2011.pdf>

Taillant, Jorge Daniel. Impacto en Glaciares de Roca y Ambiente Periglacial de los Proyectos Mineros de Filo Colorado (Xstrata Copper) y Agua Rica (Yamana Gold). CEDHA 2011.
<http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2011/09/Informe-Glaciares-de-Aconquija-Impactos-de-Mineria-Agua-Rica-y-Xstrata-Final-feb-18-2011.pdf>

Taillant, Jorge Daniel. Riesgos e Impactos a Glaciares de Escombros y a Ambiente Periglacial en Los Azules (Minera Andes – Ahora McEwen Mining).
<http://wp.cedha.net/wp-content/uploads/2012/07/Glaciari-Impact-Report-Los-Azules.pdf>

Bibliografía ONLINE sobre Impacto Antropogénicos en Glaciares

- [Ahumada et.al. Caminos de Alta Montaña en un Ambiente de Criósfera Puneña](#)
- [Ahumada, et.al Periglacial Phenomena in the High Mountains of Northwestern Argentina.](#)
- [Ahumada, et.al. El Permafrost Andino ... de la Puna NO Argentino. 2009](#)
- [Ahumada, Paez y Palacios. Los Glaciares de Escombros en la Alta Cuenca el Río Andalgalá, SE de la Sierra del Aconquija, Catamarca 2011.](#)
- [Ahumada, Ibañez y Paez. Glaciares de Escombros Sierra Santa Victoria. 2011.](#)
- [Arenson, L & Jacob, M. A new GIS based Mountain Permafrost Distribution Model. 2010](#)
- [Arenson & Pastore. Periglacial Investigations ... South American Perspective. 2011.](#)
- [Arenson, Pastore, Trombotto. Characteristics of Two Rock Glaciers in the Dry Argentinean Andes \(on El Pachon\)](#)
- [Azocar & Brenning. Intervenciones de Glaciares Rocosos en Minera Los Pelambres, Chile](#)
- [Bahr, D & Radic, V. Significant Total Mass Contained in Small Glaciers. 2012.](#)
- Barsch, Dietrich. Rock Glaciers: Indicators for the Present and Former Geoecology in High Mountain Environments. Springer. 1996.
- Benn, D I. and Evans, David J.A. Glaciers and Glaciation. Arnold. 1998
- Bodin X, Rojas F, & Brenning A. Status and Evolution of the Cryosphere in the Andes of Santiago Chile.
- [Borquez, Larraín, Polanco y Urquidi, Glaciares Chilenos: Reservas Estratégicas de Agua Dulce.](#) Eds. Larrain y Schauenburg. Chile Sustentable. LOM Ediciones. 2006.
- Brenning, Alexander. [The Impact of Mining on Rock Glaciers and Glaciers: Examples from Central Chile.](#) In B.S. Orlove, E. Et.al (eds.). Darkening Peaks: Glacier retreat, science, and society. University of California Press, Berkeley. Chapter 14. Pp.196-205.
- Brenning & Azocar. Minería y Glaciares Rocosos: Impactos Ambientales, Antecedentes Políticos y Legales, Perspectivas Futuras
- [Caine, N. Recent Hydrological Change in a Colorado Alpine Basin: ... Permafrost](#)
- Carey, Mark. In the Shadow of Meeting Glaciers: Climate Change and Andean Society. Oxford University Press. 2010.
- Centro de Estudios Científicos. [Informe de Balance de Masa. \(Informe Anual Hidrológico 2011-2012\). Proyecto Pascua Lama.](#) 2012.
- Centro de Estudios Científicos. [Informe de Temperatura de Suelo. Año 2011-2012 Proyecto Pascua Lama.](#) 2012.
- Centro de Estudios Científicos. [Mediciones de Material Particulado Sedimentable \(MPS\) y Polvo Contenido Sobre Glaciares \(PCG\) Proyecto Pascua Lama.](#) 2012.
- Chile Sustentable. Glaciares Andinos: Recursos Hídricos y Cambio Climático. 2012 (partes: [I](#), [II](#), [III](#))
- Corte, Arturo E. Geocriología: El Frio en la Tierra. Ediciones Culturales de Mendoza. 1983.
- Espizúa, Lydia. [Ambiente y Procesos Glaciales y Periglaciales en Lama-Veladero, San Juan Argentina.](#) IANIGLA. 2006.
- [Fauqué & Azcurra. Condiciones Periglaciales ... Aconquija, Catamarca. 2009](#)
- [Ferrando-Acuña, Francisco. Aspectos Conceptuales y Genético-Evolutivos de los Glaciares Rocosos: Análisis de Caso en los Andes Semiaridos de Chile.](#) Geográfica Terra Australis 48: 43-74, 2003.

- [Francou, B. Montaña y Glaciares, 2011](#)
- French, Hugh M. The Periglacial Environment. 3rd Edition. Wiley. 2008
- [Gascoïn et.al. Glacier Contribution to Streamflow \(Huasco River\) \(2011\)](#)
- Gestión Ambiental Consultores, SA. [EIA Impacto en Glaciares - Expansión Andina, Codelco, Chile.](#)
- Gruber S. Derivation and Analysis ... global permafrost zoning. 2012.
- Gruber S, & Haeberli W. [Mountain Permafrost.](#) Chapter 3 in Margesin (ed.) Permafrost Soils. Soil Biology 16. Springer-Verlag Berlin. Heidelberg 2009.
- Higuchi, K. Nepal-Japan Cooperation in Research on Glaciers and Climate of the Nepal Himalayas (inquire to: glaciares@cedha.org.ar)
- Humlum. The Climate and Palaeoclimatic Significance of Rock Glaciers. 2010.
- Humlum. Geomorphic Significance of Rock Glaciers: Rock Glacier Debris Volume ... (inquire to: glaciares@cedha.org.ar)
- [Iribarren Anaconda, PR. Glaciares Rocosos en el Semiarido Chileno.](#) Su Significado Climático y Geomorfológico. Análisis de Caso: Cuenca Superior del Río la Laguna. Universidad de Chile. 2008.
- [Kaab & Haeberli. Mapping of Rock Glaciers w/Optical Satellite Imagery](#)
- [Kaab. Rock Glaciers and Protalus Forms](#)
- [Kronenberg, Jakub. Global Warming, Glaciers and Gold Mining.](#) University of Lodz. Poland 2010?
- Kronenberg, Jakub. [Linking Ecological Economics and Political Ecology to Stuy Mining, Glaciers and Global Warming.](#) Environmental Policy and Governance. 2013.
- [Kumtor Commission Report](#)
- Kuzmichenok. [Ice and Snow](#) (regarding Kumtor Glacier in Kyrgystan). 2012
- Lliboutry, L. Nieves y Glaciares de Chile: Fundamentos de la Glaciología. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago. 1956
- Masokias, et.al. [Glacier Fluctuations in Extratropical South America during the past 1000 years.](#) 2009
- Milana, JP. Hielo y Desierto: Los Glaciares Áridos de San Juan. Elite Ediciones. 2010.
- [Milana, JP. Predicción de Caudales de Ríos Alimentados por Deshielo](#)
- Ochsenius, Felipe. Aspectos Físicos para una Valoración Ambiental en el Sector del Cerro Yutuyaco en la Sierra del Aconquija, Catamarca. Movimiento de Profesionales para los Pueblos. 2011.
- Owen & England. Observation of Rock Glaciers in the Himalayas and Karakoram. (inquire to: glaciares@cedha.org.ar)
- Paul F, Kaab A, Haeberli W. Mapping of Rock Glaciers with Optical Satellite Imagery.
- [Perucca, L. Esper M, & Martos L. Inventario de Glaciares de Escombros en el Area del Proyecto del Carmen, Andes Aridos de San Juan](#)
- [Picolotti, Juan M. La actividad minera y la protección de los Glaciares en la República Argentina](#)
- [Rabatel et.al. Current State of Glaciers in the Tropical Andes.](#)
- [Rabatel et.al. Glacier changes in the Pascua-Lama region, Chilean Andes \(29° S\): recent mass-balance and 50-year surface-area variations](#)
- [Raub, William et.al. Inventory of Glaciers in the Sierra Nevada, California. 2006.](#)
- [Robinson & Dea. Quaternary Glacial and Slope Failure Deposits of the Crested Butte. Area ... Robinson & Dea 1981.](#)
- Romanovsky V. et.al. Frozen Ground.

- Ruiz L & Trombotto D. Descubrimiento de Glaciares de Escombros Fósiles ... Chubit.
- Taillant, JD (CEDHA). 14 Lies on Barrick Gold's Impacts to Glaciers at Pascua Lama. 2012
- [\(Spanish\)](#) [\(English\)](#)
- [Taillant, JD \(CEDHA\). A Definition of the Glaciosystem - English](#) [\(Spanish\)](#)
- [Taillant, JD \(CEDHA\). El Ambiente Periglacial y la Minería en la República Argentina: La Ley de Glaciares y Los Suelos Congelados. 2012.](#)
- [Taillant, JD \(CEDHA\). Impact to Rock Glaciers and Periglacial Environments by Los Azules \(Minera Andes\)](#)
- [Taillant, JD \(CEDHA\). Impacts to Rock Glaciers and Periglacial Environments by the Filo Colorado \(Xstrata\) and Agua Rica \(Yamana Gold\) Projects \(5.6mg\)](#)
- [Taillant, JD \(for Rio +20\) The Human Right ... to Glaciers?](#)
- [Taillant, JD. \(CEDHA\). Impact to Glaciers by El Pachon \(Xstrata\) - \(English\) \(Spanish\)](#)
- [Taillant, JD \(CEDHA\). Informe Sobre el Ambiente Periglacial y la Minería en Argentina. 2012 \(Español - English\)](#)
- [Taillant, JD \(CEDHA\). Informe Sobre Glaciares y Ambiente Periglacial en el Territorio Indígena Diaguita-Huascoaltino, Chile 2012](#)
- [Taillant, JD \(CEDHA\). Informe: Los Glaciares y la Minería en la Provincia de La Rioja; 2012. \(English Summary\)](#)
- [Taillant, JD. La Democratización de los Glaciares. En Hydria, No.41, 2012. pp.17-19.](#)
- [Taillant, JD, \(CEDHA\). The Periglacial Environment and the Mining Sector in Argentina: The National Glacier Law and Frozen Grounds. 2012](#)
- [Taillant, JD. \(CEDHA\). Preliminary Report: Glaciers, Rock Glaciers and Permafrost in the Del Carmen \(Malbex of Canadá\) Project Area, San Juan Argentina \(CEDHA\). 2011](#)
- [Trombotto, D. Survey of Cryogenic Processes, Periglacial Forms and Permafrost Conditions in South America. In Revista do Instituto Geológico, Sao Paulo. 21. \(1/2\), 33-55, 2000.](#)
- [Trombotto & Borzotta. Indicators Global Warming - Rock Glaciers Central Andes. 2008](#)
- [Vatican. Report by the Vatican on the Melting of Glaciers in the Anthropocene](#)
- [Vallon, Michel, y Vincent Christian. Balance Invernal 2005 de los Glaciares Esperanza, Toro 1, Toro 2 y Guanaco. Université Joseph Fourier. 2005.](#)
- [Vick. Morphology... Rock Glaciers - Mosquito Range - Colorado \(USA\) \(1981\)](#)
- [Vivero Andrade. Inventario Glaciares Cuenca del Copiapo \(Chile\) \(2008\)](#)

Sobre el Autor



En Rodeo, Cuesta del Viento, Provincia de San Juan - con los Andes Centrales de Fondo

Jorge Daniel Taillant (Daniel), nacido en Buenos Aires Argentina y de raíces paternas sanjuaninas, tiene más de 15 años de experiencia trabajando en temas relacionados con el desarrollo sustentable. Ha trabajado con diversos actores gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil, empresas y con instituciones multilaterales (incluyendo la OEA, Naciones Unidas, el Banco Mundial y la Comunidad Europea).

Su carrera se inicia enfocando la política pública y el desarrollo local. Pasa eventualmente a la política pública ambiental y se concentra en la protección de los derechos humanos en el marco empresario. Luego de una larga estadía en el exterior, habiendo trabajado y vivido en Norte América, Europa, Asia y en diversos países latinoamericanos, vuelve a Argentina en 1999 y funda junto a su esposa, al [Centro de Derechos Humanos y Ambiente \(CEDHA\)](#), la que establece en la provincia de Córdoba. CEDHA se dedica a la defensa de víctimas de la degradación ambiental y a promover una relación más armoniosa entre el ambiente y las personas. Entre los enfoques de su trabajo se encuentran el cambio climático, el derecho al agua, la responsabilidad empresaria, la participación y acceso a la información, bosques, y minería. En los últimos años ha abordado la problemática de la protección de glaciares y ambiente periglacial afectados por la actividad minera en la región.

En 2007 CEDHA ganó en prestigioso premio el [Earth Care Award](#) (Cuidado de la Tierra), por su innovadora tarea de llevar adelante un inédito esfuerzo en vincular derechos humanos y sustentabilidad a nivel global y al ámbito empresario en relación al caso de las pasteras Botnia y Ence proyectadas sobre el Río Uruguay. Un año antes, su pareja y Co-Fundador de CEDHA y Secretaria de Ambiente de la Nación durante el período 2006-2008, Romina Picolotti ganó el premio “[the Sophie Prize](#)” por la innovadora manera de haber vinculado a las áreas de Ambiente con los Derechos Humanos.

Daniel ha dedicado los último 7 años al abordaje de los impactos sociales y ambientales de la minería, particularmente en zonas de alta montaña, promoviendo mayor transparencia, la apertura y el acceso a la información, y mejores políticas públicas y privadas para reducir el impacto del sector extractivo en la sociedad y en el ambiente. En gran parte, esta labor ha enfocado el impacto minero en glaciares y ambiente periglacial. Su trabajo incluye una iniciativa que llama “la democratización de los glaciares” enfocando la construcción cívica del debate sobre glaciares, la elaboración de material didáctico sobre la materia y la difusión amplia por medio de redes sociales sobre glaciares, ambiente periglacial y el rol importante que estos recursos juegan en nuestros ecosistemas. Cada año, Daniel dicta el módulo de Glaciares, La Ley y la Política Pública, en el curso anual que da Naciones Unidas sobre Glaciares. En 2012, organizó en la Cumbre de la Tierra (Rio + 20) un taller global titulado: [Glaciares y Sustentabilidad en el Antropoceno](#).

En el marco de su trabajo en minería y glaciares, CEDHA está llevando a cabo inventarios de glaciares en zonas mineras, y llevan a más de 3,000 glaciares relevados en provincias como San Juan, Catamarca, La Rioja, Jujuy, Salta, Mendoza y Tucumán. Es una contribución directa a la implementación de la Ley de Glaciares, votada por el Congreso Argentino, en Octubre del 2010.

Daniel es el autor de numerosas publicaciones sobre el impacto de la minería en glaciares y ambiente periglacial.