

# Artículos

## Pasivos Ambientales Mineros en la Provincia de Misiones

\* Rocío L. Páez Campos y \*\* José G. Portaneri

\* Ingeniera en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Consultora Ambiental.

\*\* Geólogo Consultor.

### ORIGEN Y DEFINICIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS

La minería es una actividad económica extractiva que se desarrolla como tal en Latinoamérica desde la época colonial. El mayor desarrollo de esta industria se observó en México, Chile, Bolivia, Perú y Brasil quienes han explotado diversos minerales, principalmente oro, plata, mercurio, manganeso, hierro y cobre (Lagos, 2002).

Este desarrollo minero económico a lo largo de la historia, debido a viejas prácticas mineras como también la inexistencia de normas precisas que regulen el manejo y cierre de minas, ha devenido en la acumulación de Pasivos Ambientales Mineros a lo largo de extensas áreas y ha provocado la degradación y contaminación de los recursos naturales del entorno, lo que muchas veces afecta la calidad de vida de pueblos enteros (Yupari, 2003).

Existen varias definiciones de “Pasivo Ambiental Minero”, una de ellas propuesta por Anida Yupari en su informe “Pasivos Ambientales Mineros en Sudamérica” (2003), hace referencia a los impactos ambientales negativos generados por las operaciones mineras abandonadas con o sin dueño u operador identificables y en donde no se hayan realizado un cierre de minas reglamentado y certificado por la autoridad correspondiente.

Otra definición extraída del “Manual para el Inventario de Minas Abandonadas o Paralizadas” de la Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos (ASGMI) describe a los Pasivos Ambientales Mineros como aquellos elementos, tales como instalaciones, edificaciones, superficies afectadas por vertidos, depósitos de residuos mineros, tramos de cauces perturbados, áreas de talleres, parques de maquinaria o par-

ques de mineral que, estando en la actualidad en entornos de minas abandonadas o paralizadas, constituyen un riesgo potencial permanente para la salud y seguridad de la población, para la biodiversidad y para el medio ambiente.

En países de larga tradición minera este concepto se encuentra incluido en la legislación ambiental o minera vigente, casos de Bolivia y Perú respectivamente, o bien en proyectos de Ley, como en el caso de Chile.

De acuerdo al artículo 2 de la Ley de Pasivos Ambientales Mineros N° 28.271 de Perú, son considerados Pasivos Ambientales Mineros “aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, en la actualidad abandonadas o inactivas y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad” (Oblasser y Chaparro, 2008).

En la propuesta legislativa de Chile se consideran los Pasivos Ambientales Mineros como las faenas mineras abandonadas o paralizadas, incluyendo sus residuos, que constituyen un riesgo significativo para la salud o seguridad de las personas, para el medio ambiente o para las actividades económicas (Oblasser y Chaparro, 2008).

Salvo en Perú, en los países de Latinoamérica no existe una legislación específica para la gestión de los pasivos ambientales mineros, sin embargo en Bolivia es mencionado en el Reglamento General de Gestión Ambiental de la Ley de Medio Ambiente N° 1333 en su artículo 46 define Pasivo Minero al a) conjunto de impactos negativos perjudiciales para la salud y/o el medio ambiente, ocasionados por obras y actividades mineras existentes en un determinado período de tiempo, b) los problemas ambientales en general no solucionados por determinadas obras o actividades.

En Argentina, el tema de la protección ambiental para la industria minera se incorporó en el Código de Minería en 1995 a través la ley N° 24.585 de Protección Ambiental para la Actividad Minera que modificó el antiguo artículo 282. En esta legislación se tratan las actividades de “Prospección, exploración, explotación, desarrollo, preparación, extracción y almacenamiento de sustancias minerales comprendidas en el Código de Minería, incluidas todas las actividades destinadas al cierre de la mina” (Art. 4 inciso a), excluyendo así el tratamiento de áreas mineras abandonadas previas a la sanción de esta ley dejando un vacío conceptual y normativo al respecto.

Analizando las definiciones antes expuestas, para este trabajo se tomaron elementos conceptuales de las definiciones de Pasivo Ambiental Minero dados por Yupari (2003) y por la legislación de Perú y Bolivia, dado que incluyen los conceptos de **impacto ambiental** perjudicial y **riesgo ambiental** potencial y permanente; resultando como las *“Explotaciones mineras abandonadas o inactivas que causan actualmente un impacto ambiental perjudicial y/o representan un riesgo permanente y potencial para los subsistemas tanto natural como social, donde se insertan”*.

Este concepto busca englobar a todas las operaciones, elementos y/o situaciones de un sitio determinado devenidas de la actividad minera que actualmente están abandonadas o inactivas, a diferencia de la definición de ASGMI que individualiza los elementos que componen una explotación minera abandonada, no considerándola como un conjunto o unidad abandonada que lleva a que sea un Pasivo Ambiental Minero. Además la mencionada definición no considera que estas explotaciones causen al presente un impacto ambiental negativo, mencionándolas solo como causantes de riesgo potencial permanente.

En la definición propuesta se incluyen el *riesgo permanente* y *potencial* como los impactos negativos que podrían causar haciendo referencia a los riesgos que ya existen y a los que podrían existir en un futuro, respectivamente. A su vez esta definición busca escapar de las limitaciones del término “riesgo significativo” de la legislación chilena, que supone que si existe un riesgo mínimo no es considerado pasivo ambiental, es decir que la explotación minera abandonada debe superar cierto umbral de riesgo no definido para ser considerada un Pasivo Ambiental Minero.

## IMPACTO AMBIENTAL

Efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos, que puede ser favorable o desfavorable valorada desde el punto de vista de la calidad de vida del ser humano. Técnicamente, es la alteración de la línea de base, debido a la acción antrópica o a eventos naturales.

## RIESGO AMBIENTAL

Posibilidad o probabilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el medio ambiente debido a un fenómeno natural o a una acción humana.

## PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN ARGENTINA

La minería metalífera argentina tuvo escaso desarrollo hasta fines del siglo XX. Es a partir de mediados de la década de los '90 cuando comienza un importante y sostenido crecimiento de esta industria. Esto se evidencia en todas sus etapas: número de permisos de cateos, manifestación de descubrimientos, metros de perforación, desarrollo de minas, número de empleos (directos e indirectos), producción y valores de exportación de minerales y sus derivados. Pero antes de este “boom” minero y de la sanción de la Ley Nacional de Protección Ambiental para la Actividad Minera N° 24.585 en 1993, existieron decenas de medianas y pequeñas minas que fueron explotadas y actualmente se encuentran abandonadas (Ávila, 2009).

Es preciso distinguir entre los “Pasivos Ambientales Mineros” producidos por esas antiguas minas desarrolladas y abandonadas cuando no existían normativas ambientales y aquellos derivados de la etapa de “cierre de minas” (*mine closure*) de las minas actualmente activas. En el primer caso es muy probable que las empresas y sus responsables ya hayan desaparecido y le corresponde al Estado (nacional y/o provincial) realizar las acciones de remediación y restauración de los sitios afectados. En el segundo caso, la etapa de cierre de minas es obligación de las empresas mineras. El cierre de minas debe ser considerado desde el inicio de la actividad minera, aún en la etapa de proyecto, y debe ser continuamente actualizado para lograr las soluciones adecuadas para mitigación de los impactos ambientales mineros y la remediación y restauración del área afectada (Ávila, 2009). Sin embargo, a excepción



del artículo 13 de la Ley N° 24.585 en donde se establece que “Los equipos, instalaciones, sistemas, acciones y actividades de prevención, mitigación, rehabilitación, restauración o recomposición ambiental, consignadas por el responsable e incluidas en la declaración de impacto ambiental constituirán obligación del responsable y serán susceptibles de fiscalización de cumplimiento por parte de la autoridad de aplicación”, no existe una reglamentación adecuada para los cierres de minas y controles posteriores en la legislación vigente.

En Argentina, la Secretaría de Minería de la Nación posee a disposición Estudios Ambientales de Base en donde se han relevado algunas explotaciones mineras de la mayoría de las provincias a partir del año 1997 hasta el 2000, como parte de una Caracterización de Fuentes de Contaminación (<http://www.mineria.gov.ar/estudios/inicioCFC.asp>). De las explotaciones mineras relevadas, 27 de ellas en ese momento se encontraban abandonadas y a 16 de las 27 se les realizó muestreos de agua constatando en 13 casos la contaminación con metales pesados (principalmente Cobre, Plomo y Cinc) sobre componentes ambientales y la generación de drenaje ácido. Los ejemplos más destacados en este sentido son las minas de Plomo, Plata y Cinc de La Poma y Concordia en Salta, así como también la ex fundición de Plomo en San Antonio Oeste, Río Negro, de las cuales también hay estudios realizados por investigadores de instituciones universitarias (Kirschbaum et al., 2007).

Actualmente dentro de dicha Secretaría se está llevando a cabo el Programa de Gestión Ambiental para una Producción Sustentable en el Sector Productivo, el mismo incluye dos Subprogramas, uno de ellos a ejecutar por la Secretaría de Minería de la Nación que se denomina “Gestión Ambiental Minera (GEAMIN: <http://www.mineria.gov.ar/programadegestionambiental.htm>)” y comprende 4 componentes, de los cuales los últimos dos están orientados a la gestión ambiental de áreas mineras degradadas. El primer componente comprende la creación del catastro nacional de áreas degradadas por la actividad minera y evaluaciones detalladas de pasivos para caracterización *in situ* de las fuentes e impactos de la contaminación, en ocho áreas degradadas consideradas prioritarias por su impacto sobre el medio ambiente y la salud de residentes. El segundo componente incluye la generación y sistematización de información geoambiental minera en ocho áreas relevantes del país, a fin de contar con líneas de base en el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) que permitan apoyar acciones de gestión ambiental, incluyendo evaluaciones de impacto ambiental, planificación territorial y estudios de prospección y exploración asociados con la actividad minera (<http://www.mineria.gov.ar/informesdeprogreso.html>).

Por otra parte la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) es propietaria y responsable de 8 minas de uranio actualmente abandonadas (Fig. 1) que han dejado cientos de

PAIS	PAM CONTABILIZADOS OFICIALMENTE	CASOS DESTACADOS
Bolivia	Sin datos	Cerro Rico, Potosí, Cuenca del Lago Poopó, Oruro.
Chile	Faenas Abandonadas: 213 Depósitos de relaves: 748 SERNAGEOMIN	Chuquicamata, Calama, II Región Bahía de Chañaral.
Perú	5.551 Ministerio de Energía y Minas	Condoraque, Puno. Cuenca del Llaucano, Hualgayoc .
México	Sin datos	Sierra Gorda, Querétaro
Ecuador	Sin datos	Portovelo-Zaruma. Bella Rica .
Argentina	Datos parciales: Áreas mineras degradadas: 8 Secretaría de Minería de la Nación Minas de Uranio abandonadas: 8 Comisión Nacional de Energía Atómica	Pan de Azúcar, Jujuy. La Poma y Concordia, Salta. Ex Fundición de Plomo San Antonio Oeste, Río Negro. Los Gigantes, Córdoba.

Tabla 1 – Comparación entre algunos países de Latinoamérica de la cantidad de PAM contabilizados oficialmente y algunos casos destacados de Pasivos Ambientales Mineros. Datos tomados de:

Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile: [http://www.sernageomin.cl/pdf/cierre\\_faenas\\_mineras/LeyCierre\\_Curso\\_Periodistas\\_v3.pdf](http://www.sernageomin.cl/pdf/cierre_faenas_mineras/LeyCierre_Curso_Periodistas_v3.pdf)

Ministerio de Energía y Minas de Perú: <http://www.minem.gob.pe/descripcion.php?idSector=1&idTitular=2827>

miles de metros cúbicos de estériles, colas, minerales, lodos y líquidos sin disponer adecuadamente. La CNEA ha intentado reabrir la mina de Uranio Sierra Pintada en Mendoza pero un fallo judicial no le permitió continuar hasta tanto se remedié la contaminación existente. Actualmente existe un Proyecto de Restitución Ambiental de la Minería de Uranio (PRAMU) que se encuentra en proceso licitatorio para la mina de Malargüe en Mendoza.



**Figura 1.** Mapa de localización de las 8 minas de Uranio abandonadas de la CNEA. Debajo de la denominación de cada mina se detallan la cantidad y tipo de residuos que no han sido tratados y dispuestos de manera adecuada.

Fuente: <http://www.cnea.gov.ar/xxi/pramu/sitios.asp>

Existen además trabajos periodísticos que amplían el conocimiento sobre la existencia de Pasivos Ambientales Mineros, como es el caso de la investigación realizada por el Foro de Periodismo Argentino (FOPEA), que demuestra la existencia de al menos 75 explotaciones mineras abandonadas por distintos propietarios en todo el país (<http://maps.google.com.ar/maps/ms?ie=UTF8&hl=es&oe=UTF8&msa=0&msid=116329813757296418090.00047d87ded27fb072ffc>).

Continuando con fuentes periodísticas, una nota del diario Clarín del año 2010 (<http://edant.clarin.com/diario/2010/03/02/laciudad/h-02150626.htm>) publica que en el Gran Buenos Aires existen 83 canteras registradas, pero los cálculos oficiales indican que habría por lo menos otras 130 abandonadas, muchas clandestinas, que constituyen un riesgo a cielo abierto en zonas periféricas y semi rurales.

En resumen se pueden contabilizar, entre fuentes oficiales y extraoficiales, la existencia de como mínimo 300 Pasivos Ambientales Mineros en Argentina excluyendo las provincias de Tucumán, Santa Cruz, Chaco, Formosa, Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes y Misiones de las que no se han encontrado registros (Páez Campos, 2011).

Estos ejemplos de Pasivos, exceptuando las explotaciones de la provincia de Buenos Aires, provienen en su mayoría de la minería metalífera, que son las que generan los pasivos ambientales de mayor riesgo, porque producen drenaje ácido de minas. De las últimas 6 provincias no se tienen datos pero son productoras de minerales industriales y rocas, como es el caso de Misiones, donde en general los métodos de extracción no involucran la utilización o formación de sustancias tóxicas o contaminantes, por lo que la magnitud del Pasivo Ambiental sería relativamente menor pero no por ello menos importante (Páez Campos, 2011).

## LA ACTIVIDAD MINERA EN LA PROVINCIA DE MISIONES

El recurso minero existente en la provincia de Misiones está constituido principalmente por rocas basálticas, por suelos derivados de las mismas (genéricamente conocidos como “suelos colorados” utilizados para relleno), por los minerales asociados al basalto (distintas especies de minerales silíceos), por areniscas (comercializadas como “piedra laja”) y por depósitos sedimentarios (arena, canto rodado y arcilla).

La roca basáltica se encuentra prácticamente en la totalidad del subsuelo misionero y aflora en numerosos sectores de la provincia, lo que da lugar a que su explotación sea una de las actividades mineras más desarrolladas (Fig. 2 A). El basalto es una roca dura y de color gris oscuro a negro debido a su alto contenido en minerales de hierro y posee tamaño de grano fino ya que se forma por rápido enfriamiento de derrames o coladas de lava. En el noreste argentino las coladas de basalto





**Figura 2.** Canteras de basalto en explotación en la provincia de Misiones. A. Cantera de basalto sobre Ruta Provincial N° 9 en la localidad de Wanda. B. Cantera de basalto sobre Ruta Provincial N° 19 cerca de la localidad de Cdte. Andresito. Fotografías: Ing. Rocío Páez Campos.

se derramaron hace entre 137 y 127 millones de años durante los periodos geológicos Jurásico superior – Cretácico inferior, cubriendo una extensión de 1.200.000 km<sup>2</sup>; estratigráficamente se conoce a estos depósitos de rocas como Formación Serra Geral o Formación Posadas.

### Explotación del basalto

La provincia es la principal productora de basalto del país (0,5 Mt/año, [http://www.segemar.gov.ar/P\\_Oferta\\_Regiones/Regiones/Noreste/Potencial%20Minero/POTENCIAL%20MINERO.htm](http://www.segemar.gov.ar/P_Oferta_Regiones/Regiones/Noreste/Potencial%20Minero/POTENCIAL%20MINERO.htm)) contando en la actualidad con 25 explotaciones habilitadas por la Dirección General de Geología y Minería (DGGyM) de la Provincia de Misiones para la extracción del basalto. Tal actividad se realiza en canteras (establecimientos mineros de 3ª categoría legal) en donde se extraen las rocas “a cielo abierto” aprovechando los desniveles de laderas de pendientes moderadas a pronunciadas. Se comercializa en diversas presentaciones: triturada, para su uso como árido; como piedra volada, para levantar muros; “marroneada” para colocarla en pavimentos o en revestimientos de paredes y, el residuo de trituración (granulometría tamaño arena mediana) se usa como carga en las mezclas de hormigón asfáltico (Fig. 2B). La piedra basáltica ha servido de base para la construcción de los caminos, calles y rutas de la provincia, realizándose con la misma el “empedrado tipo brasilero” característico de esta región.

En esta actividad se evidencia un alto grado de informalidad dado el hecho de que muchas canteras activas no son declaradas ante la DGGyM. Esta Dirección afirma que los 75 municipios de la provincia tienen al menos una o dos canteras en funcionamiento, habiendo municipios de primera categoría que llegan a tener más de 5 canteras en actividad como es el caso de Posadas y Puerto Iguazú.



**Figura 3.** Explotaciones de arcilla para producción de ladrillos comunes. A. Olería o fábrica artesanal de ladrillos en la margen de un arroyo en la ciudad de Jardín América. B. Ladrillos producidos artesanalmente.





**Figura 4.** Extracción de arenisca o Laja de San Ignacio. A. Piedra laja usada comúnmente para revestimiento. B. Cantera de extracción de piedra laja en San Ignacio.



**Figura 5.** Explotación de “piedras preciosas”. A. Geoda en basalto (Wanda, Misiones). B. Galería en mina de piedras preciosas (Wanda, Misiones).

Es así como, a pocos metros de las rutas provinciales, se ven canteras que son explotadas artesanalmente por un tiempo y luego abandonadas. Un claro ejemplo de esta situación se da sobre la Ruta Provincial N° 17 que une las localidades de San Antonio y Eldorado, donde además de las explotaciones artesanales, se pueden apreciar montículos de piedras en las banquetas de la ruta.

### Explotación de otros materiales

Las explotaciones artesanales de arcilla (a veces irregulares y de magnitudes diversas) para la fabricación de ladrillo “común” y para uso cerámico, tienen un importante desarrollo, principalmente a lo largo de la costa del Río Paraná la primera (Fig. 3), y en la zona centro y sur de la provincia, la industria cerámica.

En las localidades de Santa Ana y San Ignacio se extraen areniscas aptas para tallado y construcción (Fig. 4). En el mercado se conocen como “laja de San Ignacio” por ser esta localidad donde hay mayor número de canteras, además se explotan en Santa Ana y más recientemente, en proximidades de Apóstoles.

Las llamadas “piedras preciosas” de Misiones están compuestas esencialmente por cuarzo de distintas variedades, se presentan asociadas a las coladas de basalto, como geodas (Fig. 5A) y drusas de amatista, calcedonia, jaspe, ágata y otras variedades como cristal de roca, citrino, cuarzo blanco lechoso, cuarzo ahumado, etc. que son las especies que se ven con mayor frecuencia en los comercios que se dedican al rubro, en bruto o elaboradas como joyas u objetos ornamentales.



En la actualidad existen 4 minas donde se explotan las “piedras preciosas” mencionadas extrayendo geodas (Fig. 5B). La producción alcanza unos 3.000 kg/año de mineral apto para su colocación en el mercado local, nacional o para exportación. El distrito donde están emplazados los establecimientos mineros en actividad incluye a las localidades de Wanda y Puerto Libertad, en el noroeste de la provincia.

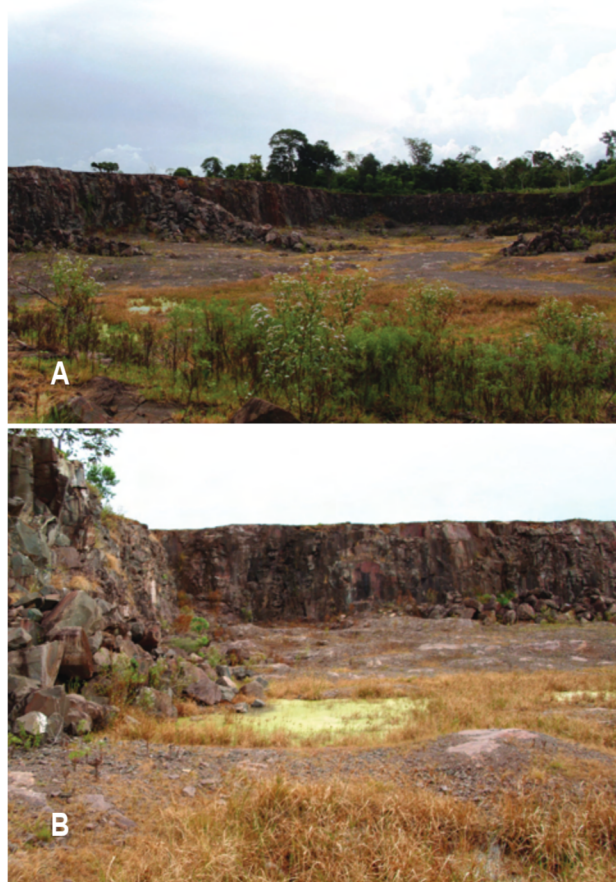
Existe un gran potencial de este tipo de recursos debido a la amplia distribución superficial de las coladas basálticas portadoras de geodas y mineralizaciones síliceas en numerosas áreas del territorio provincial.

Otro recurso muy explotado es el “suelo colorado” que actualmente se usa como material para relleno, pero que, entre mediados de la década de los '70 y mediados de los '90, era extraído y comercializado como materia prima para fabricación de sulfato de aluminio, compuesto utilizado como coagulante en el proceso de potabilización del agua.

El suelo colorado está compuesto por una arcilla limosa de color castaño rojizo, tiene características geotécnicas que la hacen muy apta para la conformación de terraplenes, pero el impacto de su extracción en innumerables canteras (o préstamos) distribuidas a lo largo de las obras civiles (camino y barrios de viviendas) que se realizan en la provincia, generan un impacto altamente significativo, si se considera que ese mismo suelo es la base de la actividad agro forestal y el soporte esencial del paisaje, uno de los recursos imprescindibles de la oferta turística misionera.

## Pasivos Ambientales Mineros derivados de la explotación del basalto

De acuerdo a estimaciones efectuadas por profesionales de la DGGyM, en la provincia existen más de 50 canteras inactivas o abandonadas por sus propietarios, ya sean privados o estatales, a pesar de que el cierre adecuado de las mismas se encuentra taxativamente reglamentado en el Decreto Provincial N° 1.673 Reglamentación de las Explotaciones Mineras (Seguridad, Salubridad y Preservación del Medio Ambiente) sancionado en el año 1983, en donde se dispone que el “(...) abandono de cualquier trabajo minero deberá ser comunicada a la Dirección de Mina y Geología para llevar a cabo el reconocimiento prescrito por el Código de Minería y disponer las medidas de seguridad que sea necesario o conveniente tomar” (Artículo 40, Decreto 1.673) y “En caso de abandono de las tareas de explotación, las depresiones (...) deberán tener



**Figura 6.** Ex Cantera NCOM, sobre RP N°11 en 2 de Mayo, inactiva hace 5 años. A. Dentro de la cantera se observa ausencia de suelo y compactación, escasa vegetación y rocas sueltas. B. Frentes inestables y anegamiento.

*asegurado drenaje permanente o se procederá a su relleno”* (Artículo 27, inciso b, Decreto 1.673).

La situación de abandono de estas canteras, sin un adecuado tratamiento, dio origen a numerosos procesos de degradación de su entorno, debido a las acciones realizadas durante la etapa de explotación, a saber: remoción de la vegetación natural, extracción y decapitación del suelo, modificación de la topografía de la zona y drenaje natural, circulación de maquinaria pesada, entre otras. Esta situación aumentó la vulnerabilidad de estos sitios a los procesos erosivos, particularmente a la erosión hídrica, y a la degradación producida por las actividades antrópicas circundantes (contaminación con residuos, aguas servidas y cloacales), constituyendo de esta manera Pasivos Ambientales Mineros o “áreas mineras degradadas” como se los denomina actualmente.





**Figura 7.** Ex Cantera CONORSA sobre Ruta Nacional N° 105, cerca de la localidad de Garupá. A. En la entrada del predio se observa infraestructura abandonada, alta impermeabilización del suelo y cárcavas de erosión hídrica. B. Cantera dentro de un predio de afectación de 10 ha.

## Impactos negativos generados por explotaciones de basalto activas y abandonadas

Los componentes ambientales afectados con mayor frecuencia por la instalación de una cantera (sea de basalto, arenisca o suelo colorado) y su operación en la provincia de Misiones, son el suelo, el agua (superficial y subterránea), la flora y fauna, y el paisaje, como factores del subsistema natural y el subsistema socio económico en aspectos vinculados a la calidad de vida de las personas que habitan la zona de influencia de la cantera.

En la etapa de explotación, las labores de desmonte para preparar la extracción del material (suelo, canto rodado, basalto, tosca y piedras preciosas) y la propia extracción del basalto, provocan impactos negativos vinculados a la eliminación de vegetación y a la remoción o movimiento de suelo: afectación a los componentes bióticos del sitio (fauna y flora), transformación del relieve y consecuente cambio en las condiciones del drenaje, modificación o deterioro del paisaje, aumento temporario del nivel de polvo en suspensión, de ruidos y de emisiones gaseosas (escape de vehículos), contaminación de suelo y aguas subterráneas por volcado de combustible y lubricantes. Otros impactos visualizados en canteras activas son: generación de vibraciones y voladura de rocas por las explosiones, compactación e impermeabilización del suelo en el predio de la explotación, aumento de la erosión hídrica del suelo en el predio de la explotación, anegamiento del suelo dentro de la zona excavada (cantera) y en áreas aledañas y fragmentación de ecosistemas locales (selva paranaense o sector de campo).



**Figura 8.** Ex Cantera sobre Ruta Nacional N° 12 en Santo Pipó. A. Afectación paisajística del entorno natural. B. Anegamiento y escasa regeneración de vegetación nativa dentro de la cantera.





**Figura 9.** Ex Cantera en Jardín América. A. Cantera de 2 ha. de extensión en el casco urbano de la ciudad. B. Los barrios que rodean la cantera han transformado el sitio en un basural a cielo abierto.

El abandono de una explotación a cielo abierto, sin la aplicación de las medidas contempladas en las normas y la aplicación de otras medidas necesarias, puede generar varios impactos negativos en consonancia con la ubicación de la misma, con factores sociales, económicos y culturales de su entorno, con las características del clima, etc. Los impactos negativos más destacados son los vinculados al riesgo de accidentes que involucren a la población vecina al sitio, contaminación por volcado al interior de la ex cantera de residuos líquidos y sólidos, anegamiento y deterioro del paisaje (Cuadro 1).

## Casos de canteras abandonadas

### Ex Cantera de Jardín América

En la ciudad de Jardín América (Fig. 10), situada sobre Ruta Nacional N° 12 a 100 km de Posadas, existe una ex cantera de basalto de aproximadamente 2 ha de extensión con frentes de explotación de hasta de 20 m de altura, inserta dentro del núcleo urbano de la ciudad, a 600 metros de la plaza principal.

Este sitio comenzó a explotarse en la década del 60 por la Dirección Nacional de Vialidad, para extracción de roca basáltica que se utilizó en la construcción de la Ruta Nacional N° 12 en el tramo Santo Pipó – Jardín América – Capioví. Debido a las grandes molestias causadas por las voladuras, se dejó de extraer piedras hace aproximadamente 15 años.

### CUADRO 1: IMPACTOS NEGATIVOS OBSERVADOS EN CANTERAS DE BASALTO ABANDONADAS DE LA PROVINCIA DE MISIONES (PAEZ CAMPOS, 2011)

Ver Figuras 6 a 9

- Ausencia de suelo dentro de la cantera.
- Inestabilidad de frentes de explotación y gran cantidad de rocas sueltas dispersas de diferentes tamaños.
- Escasa o nula regeneración de la vegetación nativa dentro de la cava y en la antigua zona de circulación de maquinaria.
- Compactación e impermeabilización del suelo en la zona de circulación, lo que favorece la erosión hídrica.
- Existencia de infraestructura abandonada.
- Procesos de erosión hídrica activos.
- Dominancia de regeneración de vegetación exótica dentro y fuera de la cantera.
- Anegamiento del interior de la cantera.
- Afloramiento de napas y modificación de drenaje natural.
- Acumulación de residuos domiciliarios y chatarra.
- Degradación y fragmentación del paisaje natural.



Desde entonces este sitio, en parte propiedad del Estado Nacional, ha sido abandonado sin establecer las mínimas condiciones de seguridad establecidas por la Ley Provincial N° 1673, afectando a los pobladores de los barrios Cantera, Hermoso y Nuevo de la ciudad de Jardín América.

Actualmente este sitio se ha convertido en un humedal, recibiendo los aportes pluviales provenientes del centro de la ciudad y del ascenso de agua subterránea debido a la extracción del material rocoso, y drenando lentamente hacia la Av. Canadá, formándose un encharcamiento sobre la misma desembocando en un arroyo cercano llamado Tulipán. Estudios efectuados por la Municipalidad de Jardín América han confirmado la contaminación bacteriológica del agua de drenaje de la cantera, que contamina a su vez el mencionado arroyo, debido a la cercanía de viviendas con sus respectivas letrinas. A esta situación se le suma el continuo vertido de residuos domiciliarios arrojados principalmente por los vecinos cercanos (Páez Campos, 2010).

### Ex Cantera de Yriapú, Puerto Iguazú

Dentro de la Reserva destinada a la Comunidad Guaraní Mbya ubicada en el predio denominado "600 Ha", en las proximidades de la ciudad de Puerto Iguazú, existe una cantera para extracción de suelo y "tosca" abierta por la Municipalidad de Puerto Iguazú para obtener material de relleno destinado a obras que se realizaban por administración.

Los volúmenes explotados aumentaron considerablemente cuando la provincia destinó las "600 Ha" para la construcción de hoteles destinados a fortalecer la infraestructura turística de Puerto Iguazú. Dicho incremento en la explotación se realizó sin cumplir, por parte de las empresas constructoras, con las normas ambientales correspondientes, ni las contenidas en el plexo jurídico vigente para las explotaciones mineras, ni las leyes provinciales que rigen en materia ambiental, obligatorias para cualquier proyecto que afecte recursos naturales dentro de la jurisdicción provincial.

Entre los múltiples factores que entran en juego a la hora de definir el impacto de estos emprendimientos sobre la comunidad, surgen varios elementos concomitantes: la pérdida de territorio sobre la Comunidad Guaraní Mbya en los últimos años; los efectos negativos derivados de la construcción de hoteles en las cercanías; el asfaltado de la ruta que bordea y en algunos puntos atraviesa el territorio, y especialmente, las actividades de la empresa Bor Com S.A. en un espacio de 49 hectáreas dentro del territorio comunal que recibió en comodato.



Figura 10. Croquis de ubicación de la Ex cantera de basalto en la ciudad de Jardín América, Misiones.

Una de estas actividades fue la apertura de una cantera de aproximadamente 4 hectáreas de superficie y profundidad irregular, con una máxima de 15 m, para lo cual la empresa taló por completo el monte nativo existente en dichas 4 hectáreas y en los alrededores, así como en el camino de acceso a la misma, sumado a la superficie para la construcción de 3000 m de poliductos. Hoy en día la enorme excavación ha quedado abandonada al igual que la infraestructura utilizada, resultando ello en un riesgo concreto de derrumbes, o de caída de árboles que han quedado con sus raíces descubiertas, y especialmente en el peligro latente de accidentes personales, dada la presencia de casas familiares cerca del borde de la cantera (Lenton, 2010).

El área deforestada era especialmente rica en árboles nativos, de enorme valor económico y ecológico, y de muy difícil recuperación, que fueron sustraídos por la empresa. En el área de la cantera ha quedado un espacio degradado donde proliferan especies que no replican el ecosistema original con todas sus funciones y servicios. La misma empresa, además, así como otros particulares no identificados, han tirado basura, escombros de construcción, etc., en el lugar, lo cual potencia los efectos anteriores. Más aun, en este sitio se hallaba la principal vertiente de agua potable que era utilizada por las familias Mbya, el curso de agua fue obturado y alterado, estancándose y contaminándose (Lenton, 2010).

Además de los numerosos impactos negativos en los aspectos ecológicos, ambientales y económicos descritos ante-

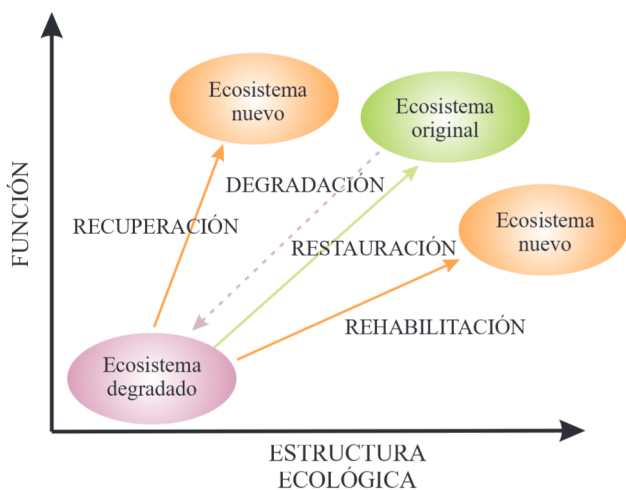


riormente, del análisis de Lenton se evidencia una dimensión cultural del impacto de esta clase de emprendimientos, que surge de mensurar los efectos de las actividades en función de las características culturales del grupo en cuestión, en este caso la aldea Yryapú perteneciente al Pueblo Originario Mbya.

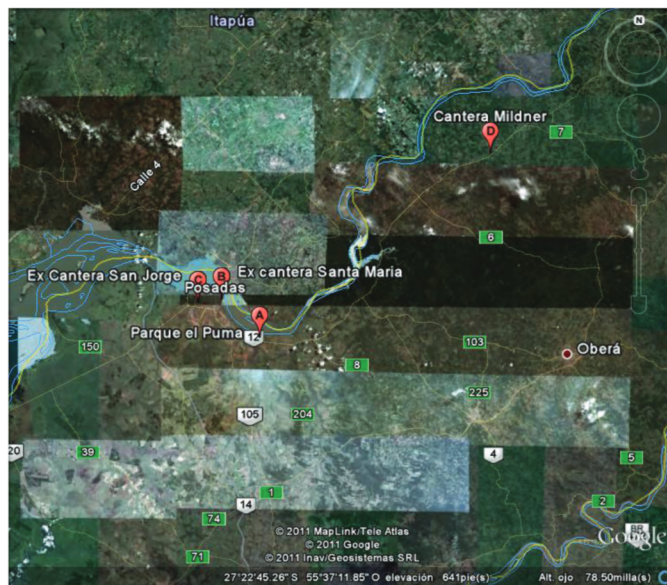
El daño cultural, se trata de trastornos y cambios impuestos sobre la cultura del grupo, que no han sido buscados ni originados por los propios miembros del grupo sino como consecuencia directa del accionar, como en este caso, de empresas privadas. Estos daños culturales se centran específicamente sobre la cosmovisión guaraní como un daño moral o psicológico, sobre la religiosidad y sobre la institucionalidad Mbya dado que sus autoridades, sus instituciones de gobierno tradicionales y las garantías que la ley les otorga se vieron violentadas, “atropelladas” (Lenton, 2010).

### Recuperación de Pasivos Ambientales Mineros, casos en Misiones

Existen distintos enfoques conceptuales referentes al tratamiento de áreas degradadas en general (Cuadro 2, Fig. 11), y es en el ámbito de la minería en donde los diferentes conceptos tienen mayor amplitud de posibilidades de aplicación dados los diferentes escenarios de partida que se presentan y de acuerdo a los objetivos que se persigan en cada intervención.



**Figura 11.** La degradación de un ecosistema provoca en el mismo una pérdida de atributos estructurales y funcionales que lo caracterizan. El concepto de **restauración** implica llevar el ecosistema degradado a la situación original, en tanto que los conceptos de **recuperación, rehabilitación, refuncionalización**, entre otros, buscan llevar el ecosistema degradado a una situación con diferentes atributos funcionales y/o estructurales, distintos de la situación original, fortaleciendo unos u otros según el objetivo del tratamiento. Fuente: Modificado de Bradshaw, 1996 y Gómez Orea, 2004.



**Figura 12.** Localización en la provincia de Misiones de los 4 casos de áreas mineras degradadas que fueron recuperados.

El concepto más versátil para el tratamiento de Pasivos Ambientales Mineros es el de **recuperación**, dado que implica un cambio del actual estado indeseable en que se encuentra el pasivo a un estado deseable y estable, apto para la instalación de un nuevo uso, independientemente del estado original previo a la explotación.

En la perspectiva del desarrollo sustentable, el objetivo primordial de la recuperación debe ser finalmente la estabilidad o equilibrio del área con relación al medio que lo circunda (Bitar, 2000). Es decir que la misma presente condiciones de estabilidad física (procesos erosivos, movimiento de suelos) y estabilidad química (el área no debe estar sujeta a reacciones químicas que puedan generar compuestos nocivos para la salud humana y para el ecosistema, drenaje ácido de acumulación de estériles o relaves que contengan sulfatos) para que sea posible obtener un nuevo uso del área (Schadach de Brum, 2000).

Bitar (2000) reconoce tres grandes conjuntos de alternativas aplicadas a la recuperación de áreas degradadas: revegetación, geotecnología y remediación, las cuales van dirigidas a mejorar la estabilidad biológica, física y química del ambiente, respectivamente. A estos tres grupos de medidas se agregan las medidas de recuperación de suelos y medidas de seguridad (vial, sanitaria, etc.) para la disminución de los riesgos que origina el pasivo ambiental para la población. Otro aspecto a tener en cuenta es la relocalización (reubicación) de familias y/o actividades informales que se encuentran asentadas en el

## CUADRO 2: DEFINICIONES RELATIVAS A LOS DISTINTOS ENFOQUES DE TRATAMIENTO DE ÁREAS DEGRADADAS

**Recomposición\***: Conjunto de acciones de protección del ambiente que comprenden la mitigación, la rehabilitación o restauración del impacto negativo, según correspondiere.

**Rehabilitación\***: Acción de restablecimiento de la función productiva o aptitud potencial de un recurso hídrico o del suelo.

**Restauración\***: Acción de reposición o restablecimiento de un sitio histórico o arqueológico a las condiciones originales o anteriores a la actividad minera.

**Recuperación\*\***: Operaciones necesarias para transformar un espacio cuyo estado se considera indeseable en otro cuyo estado se considere correcto, con independencia de la situación inicial de dicho espacio antes de que se iniciaran los procesos que lo han alterado, teniendo en cuenta las circunstancias económicas, sociales y ambientales en que se inscribe.

**Recuperación de áreas degradadas\*\*\***: Proceso que debe comprender los procedimientos y medidas necesarias para la rápida estabilización del ambiente y la progresiva instalación de un uso del suelo planificado (Bitar, 2000). Los objetivos de la recuperación incluyen la estabilidad del terreno, la garantía de seguridad pública, la mejora estética y la devolución del espacio para alguna actividad útil (Bastos, 2006).

**Refuncionalización\*\*\***: tiene como objetivo establecer en el terreno un uso del suelo planificado, cumpliendo nuevas funciones compatibles con las necesidades de los potenciales usuarios y con las características ambientales del entorno (modificado de Bastos 2006).

\* Ley Nacional de Protección Ambiental para la Actividad Minera N° 24.585

\*\* Literatura española, Gómez Orea 2004

\*\*\* Literatura brasileña, Bitar 2000 y Bastos 2006

predio, quienes afectan y a su vez son afectados directamente por el pasivo ambiental minero (Páez Campos, 2011).

Los casos de recuperación ambiental de canteras abandonadas en la provincia de Misiones son escasos, hasta el presente se conocen 4 sitios en donde se han aplicado medidas de recuperación del área minera degradada, tanto por iniciativa gubernamental como privada.

Los nuevos usos que se les han designado a estos sitios son diversos. Un claro ejemplo es la cantera ubicada dentro del Parque provincial El Puma, en Candelaria (Fig. 12 punto A). Una de las canteras del predio fue convertida en un estanque para cría de peces con fines científicos (Fig. 13 A) y la segunda cantera dentro del predio se está adecuando para la construcción de una fosa para los yaguetés que posee el parque.

En Posadas hay dos casos, uno de una ex cantera privada llamada Santa María (Fig. 12 punto B) localizada sobre el río Paraná a la altura del Nuevo Hospital Madariaga, en donde por las obras complementarias de la Represa de Yacretá se ha rellenado la base de la cantera de aproximadamente 2 ha y se convertirá en un “Nuevo Espacio Cultural”.

El segundo es el caso de la Ex Cantera San Jorge (Fig. 12 punto C), ubicada en la chacra 245 de la ciudad de Posadas, la cual fue abandonada en el año 1976 y se ha convertido en una laguna artificial por el afloramiento de la napa freática y los aportes de lluvias. Este predio fue cercado en mayo de 2010 debido a la construcción de barrios de viviendas en los alrededores ya que constituía un peligro para los pobladores. Como medidas de protección se ha construido un enrejado alrededor de la laguna y se instaló un parque infantil dentro del predio de aproximadamente 1,3 ha (Fig. 13 B).

El caso de recuperación encarado por iniciativa privada se localiza en Hipólito Irigoyen (Fig. 12 punto D), en donde el dueño de la cantera ha cerrado parte de la misma recuperando el suelo extrayendo los restos de basalto suelto y colocando una capa de suelo colorado con materia orgánica, estabilizando las pendientes a 45° y ha instalado en la parte recuperada una plantación de pinos exóticos para su posterior comercialización.



## CONCLUSIONES

La actividad minera en la Provincia de Misiones está basada principalmente en la explotación del basalto y de los materiales asociados a éste como las “piedras preciosas” y el suelo colorado. Históricamente las canteras de basalto, una vez finalizada su explotación han sido abandonadas sin tratamiento alguno, representando un problema ambiental importante en la provincia de Misiones.

El impacto negativo más destacado se produce a nivel de paisaje, sin embargo se trata de un impacto localizado y en términos relativos pequeño en superficie, que toma mayor relevancia cuando la localización es dentro o cerca de zonas pobladas, en bordes de rutas nacionales o provinciales, dentro o cerca de áreas naturales protegidas o zonas turísticas.

En los casos en que las antiguas explotaciones se localizan en áreas urbanas es en donde se manifiestan los problemas más graves de degradación, produciéndose en la mayoría de los casos contaminación por el aporte de residuos urbanos y efluentes cloacales, condición que a su vez genera graves riesgos sanitarios para la población, sumado a los riesgos de seguridad derivados de la existencia de la cantera.

Los casos de recuperación de canteras abandonadas en la provincia son escasos, fueron en su mayoría ejecutados por organismos estatales y coinciden en localizarse en áreas urbanas y periurbanas en donde la necesidad de una recuperación del sitio por cuestiones de seguridad fueron apremiantes o bien han interferido en otros proyectos de mayor envergadura (caso de una cantera en la futura costanera de Posadas). Esto denota una falta de compromiso importante por parte de las empresas y organismos estatales que han dejado explotaciones abandonadas haciendo caso omiso del Decreto Provincial 1.673 vigente desde el año 1983.

La existencia de canteras abandonadas irregularmente constituyen, desde el punto de vista ambiental y social, pasivos que deben ser remediados mediante la formulación y ejecución de proyectos compatibles socio-ambientalmente, basados en la determinación de líneas de base y en criterios socioambientales preestablecidos que orienten este proceso dentro del paradigma del desarrollo sustentable.

La limitada información y generación de conocimiento sobre la localización y características de sitios y áreas degradadas por pasivos mineros, sobre la magnitud de afectación sobre el medio ambiente y la calidad de vida de las poblaciones próximas, así como la carencia de procedimientos para su remediación y posterior monitoreo, aún está pendiente de tratamiento.



**Figura 13.** Canteras de basalto recuperadas. A. Ex Cantera en Parque Provincial El Puma convertida en laguna para cría experimental de peces. B. Ex cantera localizada en el Barrio San Jorge de Posadas, se ha realizado el cerramiento y una plazoleta de juegos.

## Recomendaciones

a) Dado que el basalto es un recurso muy abundante en todo el subsuelo misionero que puede ser ampliamente aprovechado a lo largo todo su territorio, especialmente por capitales locales, pequeñas empresas y entes gubernamentales municipales, es importante contar con una política provincial de Ordenamiento Territorial que permita compatibilizar la actividad minera con las actividades agrícolas y turísticas, y reforzar las acciones de control de la policía minera y de otros entes gubernamentales con competencia en el área a fin de evitar la generación de nuevos Pasivos Ambientales Mineros.

b) Es fundamental el diseño e implementación de un modelo de Gestión de Pasivos Ambientales Mineros, en el que se

consideren tres etapas: 1) Identificación, inventario y caracterización de las minas abandonadas; 2) Clasificación de los PAM y evaluación de riesgos; y 3) Priorización y propuestas de remediación de los PAM (ASGMI, 2010).

c) Un factor de importancia decisiva es la participación activa y responsable de los actores involucrados tanto en el proyecto que termina, como en la solución a implementar para corregir la situación anómala producida por aquel. Cuando se habla de actores, la referencia es a los responsables de la explotación, a los propietarios de tierras si fuera del caso, a la población circundante, a las autoridades municipales y a los eventuales usuarios del área a intervenir, si fuera de uso público.

d) En proyectos formulados tanto por entidades públicas como privados, es importante conocer la forma de pensar y actuar de la población involucrada/interesada. De esta forma se podrá diseñar un proyecto enmarcado por pautas culturales plenamente vigentes en el territorio, que satisfagan las expectativas de la gente y la gestión ambiental estará más cerca del éxito.

e) En la Provincia de Misiones, las canteras abandonadas y/o agotadas, adecuadamente manejadas ambientalmente pueden transformarse en importantes refugios para la fauna, particularmente en sectores donde el aprovechamiento agrícola y ganadero involucran la mayor parte de la superficie. Así mismo podrían cumplir un rol importante integradas al sistema de áreas protegidas de la provincia.

f) Las canteras abandonadas y/o agotadas situadas en áreas urbanas y peri urbanas que sean recuperadas integralmente con proyectos de espacios verdes, recreativos y/o culturales trascenderán en impactos positivos sobre la población afectada crónicamente por el pasivo ambiental minero, cambiando radicalmente el uso del suelo generando un nuevo servicio socio – ambiental donde antes fuera un área degradada.

## LITERATURA CONSULTADA

AGUILERA, C. y OTROS (coord). 2010. Pasivos Ambientales Mineros. Manual para el inventario de minas abandonadas o paralizadas. Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanas (ASGMI). [http://asgmi.igme.es/asambleas/XVIAsamblea/manual\\_inventario\\_PAM\\_aprobado.pdf](http://asgmi.igme.es/asambleas/XVIAsamblea/manual_inventario_PAM_aprobado.pdf)

ÁVILA, J.C. 2009. Consideraciones sobre pasivos ambientales mineros y cierre de minas en Argentina. IX Jornadas de Comunicaciones de la Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.

BITAR, O. 2000. Recuperación de Áreas Degradadas por la Minería en Regiones Urbanas. Geología Aplicada ao Meio Ambiente, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado do São Paulo (IPT), Divisão de Geologia - DIGEO, en Notas de Clases Dictadas en el II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. Campinas SP, Brasil.

BRADSHAW, A. 2002. Introduction and Philosophy, en Handbook of Ecological Restoration. Volume 1 - Principles of Restoration. Cambridge University Press.

GOMEZ OREA, D. 2004 Recuperación de Espacios Degradados. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. 583 pp.

KIRSCHBAUM, A.; ARNOSIO, M.; MENEGATTI, N.; Ribeiro Guevara, S. 2007. Drenaje ácido de Mina La Concordia como fuente de contaminación del río San Antonio, Puna de Salta, Argentina. V Congreso Hidrogeológico Argentino, II Taller sobre Arsénico en Aguas: hacia una integración de las investigaciones. G. Galindo y H. Nicolli (compiladores). 53–59.

LAGOS, G. *et al.* 2002. Hallazgos y Desafíos desde la Investigación. Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable. Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente, CIPMA. Pontificia Universidad Católica de Chile.

LENTON, D. 2010. Informe Sobre Daño Cultural en la Comunidad Yryapú. Araucaria XXI – Universidad de Buenos Aires. Facultad de Filosofía y Letras. Instituto de Ciencias Antropológicas, Sección Etnología y Etnografía.

OBLASSER, A. y CHAPARRO, E. 2008. Estudio Comparativo de la Gestión de Los Pasivos Ambientales Mineros en Bolivia, Chile, Perú y Estados Unidos. División de Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL, Chile. [www.eclac.org/publicaciones/xml/6/33416/lcl2869e.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/6/33416/lcl2869e.pdf)

PAEZ CAMPOS, R. 2011. Elaboración de una Guía Metodológica para la Recuperación y Refuncionalización de Canteras Abandonadas en la Provincia de Misiones. Tesis de grado Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa.

SCHADACH DE BRUM, I. 2000. Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Escola Politécnica, Brasil.

YUPARI, A. 2003. Pasivos Ambientales Mineros en Sudamérica. Informe elaborado para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales – BGR, y el Servicio Nacional de Geología y Minería – SERNAGEOMIN, Chile.