



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Universidad de la República
Facultad de Ciencias
Instituto de Ciencias Geológicas

Trabajo Final de la Licenciatura en Geología

Legado Minero en Uruguay: San José como estudio de caso

Bach. Sofía Novoa Meikle

Dra. Manuela Morales Demarco (orientadora)

Dr. Federico Cernuschi Rodillosso (co-orientador)

Montevideo, Uruguay.

2023

(Página de aprobación)

Agradecimientos

Agradezco al pueblo uruguayo que me permitió acceder a la educación terciaria, y a todos quienes trabajan por garantizar que siga funcionando la UdelaR y particularmente, la Facultad de Ciencias.

A todos mis profesores, que debido a las características únicas de esta licenciatura nos conocen a todos por nombre de pila y se interesan por el progreso del estudiante, siempre preguntando cuándo nos recibimos. A mis compañeros y amigos, a todos con quienes compartí el transcurso de la carrera dentro y fuera de facultad, particularmente a Viviana y Analía que me apoyaron en este camino.

A quienes me permitieron la entrada a sus predios, entre ellos particularmente a Andrés Camy y la gente de Cerámicas del Sur.

Al Lic. Néstor Campal, director de DINAMIGE, por permitirme entrevistarlos. También a Silvana y a Juan, por brindarme de su tiempo y experiencia. A Mariano Cáceres, Damián Fork y Anaclara Pereira por hacerse un tiempo y contarme de los proyectos que en un momento se habían proyectado.

A toda mi familia, por siempre apoyar mis estudios e interesarse por mi proceso, particularmente a Ana y María Noel, quienes me regalaron su tiempo y aconsejaron desde lo académico.

En especial quiero darle las gracias a mi núcleo familiar, a mis hermanos, y a mis padres que hicieron todo lo que estuvo en su poder para que sus hijos pudieran estudiar lo que quisieran, también les agradezco la libertad con la que me criaron sin imponerme un objetivo más que el de estudiar.

Resumen

Varias naciones han reconocido la importancia de la conceptualización y estudio del legado minero, como también los riesgos y potencialidades que representan las minas abandonadas, y cuentan, en su mayoría, con inventarios de minas abandonadas y sistemas de gestión de estas. Sin embargo, las dimensiones, significancia y potencialidad del legado minero en Uruguay aún no han sido investigadas.

Este trabajo se enfoca en la conceptualización y valoración inicial del legado minero en Uruguay, mediante la aplicación de un modelo de madurez, así como el desarrollo de un conjunto de herramientas que faciliten las primeras instancias de la gestión de este.

Con base en la revisión bibliográfica, se identificaron los principales aspectos a ser tomados en cuenta para evaluar y estudiar la temática, y cómo aplicarlos a la realidad del Uruguay. Se modificó un modelo de madurez para evaluar la situación de información, gestión y políticas actuales uruguayas. Utilizando la experiencia de otros países, se generó un sistema de evaluación y clasificación del riesgo con una serie de herramientas complementarias, el cual fue probado en un grupo de sitios seleccionados del departamento de San José.

El modelo de madurez aplicado indica que el Uruguay tiene un sistema de gestión vulnerable y reactivo en cuanto al legado minero, pero con una mejor respuesta en la prevención de futuros pasivos ambientales mineros. Por otra parte, las herramientas propuestas logran obtener, analizar y ordenar la información necesaria para valorizar en primera instancia el legado minero. Los resultados indican la necesidad del reconocimiento del problema del legado minero para comenzar a trabajar en un sistema de gestión eficiente, contemplando los riesgos y oportunidades que plantea.

Contenido

1.	Introducción	6
2.	Objetivos	11
2.1.	Objetivo General	11
2.2.	Objetivos Específicos.....	11
3.	Legado Minero	12
3.1.	Elementos del legado minero	13
3.2.	Minas abandonadas	16
3.2.1.	Peligros, riesgos y receptores.....	19
3.2.2.	Minas abandonadas a nivel global	20
3.2.3.	Potencialidades, el legado minero como recurso	23
3.3.	Modelo de madurez aplicado al legado minero	24
4.	Legado minero en Uruguay.....	26
4.1.	La minería en el Uruguay	26
4.2.	Marco legal.....	30
5.	Metodología	33
5.1.	Establecimiento de una línea de base y situación actual.....	33
5.2.	Creación de guía para la identificación y clasificación de MAs	34
5.2.1.	Identificación de los peligros o escenarios peligrosos potenciales.....	35
5.2.2.	Evaluación del riesgo.....	43
5.3.	Sistema de Clasificación y Priorización del Legado Minero	45
5.4.	Aplicación de la metodología en minas del departamento de San José.....	47
6.	Resultados	49
6.1.	Línea de base y situación actual en Uruguay	49
6.2.	Resultados de la aplicación de los materiales propuestos.....	52
7.	Discusión	63
8.	Conclusiones.....	72

Referencias Bibliográficas	75
Anexo I.....	85
Anexo II.....	91
Anexo III.....	93
Anexo IV	102
Anexo V	104

1. Introducción

La minería es una actividad que ha acompañado el desarrollo de la humanidad prácticamente desde el comienzo del uso de herramientas, y una de sus principales características intrínsecas es su temporalidad (Oyarzún *et al.*, 2011). Esto se debe a que el material extraído es finito y a que hay muchos de los llamados factores modificadores que condicionan la viabilidad económica de cada sitio minero, como ser los factores económicos, políticos o geográficos que pueden afectar el costo del emprendimiento (JORC, 2012). El resultado invariable al término de esta actividad en un sitio es el abandono de este (Otto, 2009). De hecho, históricamente el mundo tiene una herencia de miles de años de sitios mineros abandonados que no han pasado por las etapas de cierre y reacondicionamiento practicadas en la actualidad (Worral *et al.*, 2009; Emili *et al.*, 2016). Sin embargo, hoy en día los países con regulaciones y marcos normativos modernos practican el cierre de minas apropiado, lo cual incluye la rehabilitación y reacondicionamiento de los sitios afectados.

El legado minero de un país está constituido por minas y canteras abandonadas (incluyendo sitios vinculados a ellas), que han tenido y/o tienen efectos negativos sobre el medioambiente y las comunidades asociadas. En el pasado, ni los individuos, ni las empresas, ni los gobiernos de los países propietarios de los recursos tenían interés en la etapa post-mina, probablemente por la falta de conocimiento del alcance de la problemática económica, social y ambiental asociada a sitios abandonados o huérfanos (Otto, 2009).

Una mina abandonada es aquella en la que los permisos o títulos mineros ya no existen, y la responsabilidad de su rehabilitación no puede ser adjudicada a ningún individuo, compañía u organización responsable por las actividades mineras originales (MCMPR/MCA, 2010). Estos sitios poseen un potencial de riesgos de dimensiones y características desconocidas ya que nunca fueron evaluados. Estos riesgos pueden afectar al ambiente, a la salud y seguridad humana, a la sociedad y a la economía, y a las múltiples variantes producto de la interacción entre estos aspectos. La magnitud de esta problemática dependerá del número de minas y canteras abandonadas y las características propias de cada una de ellas (Unger *et al.*, 2015).

Como primer acercamiento a esta temática, el presente trabajo pretende contribuir al entendimiento del legado minero y a la necesidad de generación de mecanismos de recopilación e inventariado de datos, y la posterior clasificación y priorización de los sitios, con el fin de que el país pueda en el futuro tener mayor certeza de la magnitud y el alcance del riesgo presente

en estos sitios. Como fue anteriormente mencionado, la minería es una actividad económica de la cual ha dependido la construcción y el avance de las sociedades humanas, y que continúa teniendo un rol fundamental en la economía y forma de vida modernas (Oyarzún, 2011). Por esto, es de interés general la evaluación del legado minero para lograr un mayor y mejor acercamiento al desarrollo sustentable y a la equidad intergeneracional.

La extracción de recursos minerales es tan intrínseca al desarrollo de la humanidad, que los diferentes períodos históricos del uso de los materiales se han utilizado para definir los momentos evolutivos de la historia humana (edades de piedra, cobre, bronce y hierro). En el Paleolítico inferior (2,58 millones de años a 200 mil años), durante el Pleistoceno, el surgimiento del género *Homo* marca el comienzo del uso de las rocas para la construcción de herramientas (Hustrulid *et al.*, 2017). En la etapa temprana de la minería, la forma de extracción era superficial y rudimentaria, posteriormente fue aumentando el conocimiento de indicadores minerales y con mejores herramientas se logró acceder a capas más profundas hasta llegar a minar en túneles. La mina subterránea más antigua hallada hasta el momento data 43.000 años (UNESCO, 2017), correspondiente al Paleolítico superior.

Al acercarse la época moderna, con la demanda de materiales minerales incrementándose a lo largo de la prehistoria y luego de la historia para nuevos y más usos, la extracción de recursos geológicos fue creciendo tanto en número como en dimensiones. Nuevas tecnologías y mayor interés por el desarrollo del conocimiento del entorno geológico surgieron debido a la creciente demanda. La vida como se la conoce hoy día no existiría sin la industria minera, tanto por su aporte a la infraestructura y generación de energía, como incluso su aporte a la medicina o especialmente a la agricultura (Martinez-Alier, 2001; Russi & Martinez-Alier, 2003; Oyarzún, 2011).

En América Latina la extracción de minerales ya existía previa a la llegada de los europeos, por ejemplo, los Incas extraían entre otros materiales oro, cobre y plata (Regal, 2018). Sin embargo, con ellos llega la tendencia hacia una minería más intensiva y extensiva. En Uruguay, a pesar de ser considerada como una actividad marginal, está presente desde tiempos de la colonia (Abbadie, 2010). Particularmente, ya antes de 1750 se prospectaba en busca de diamantes y ágatas, oro y cobre, entre otros (Maeso, 1882). Sin embargo, fueron las zonas de calizas los primeros sitios en ser explotados en el siglo XVIII para el establecimiento de caleras, la estancia “Narbona” en 1732-1738 y en 1741 la “Calera de las Huérfanas”, ambas en el actual departamento de Colonia (Todo Uruguay, 2018).

Desde ese entonces, la minería en el Uruguay se ha mantenido activa, destacándose la extracción de calizas para la elaboración de clinker y cemento Portland, piedra partida y arena

para la construcción, y oro, aunque generalmente el impacto económico de la minería ha estado a la sombra de las demás actividades económicas. Ha tenido momentos en los que ha sido de particular interés, pero en la mayoría de los casos con una percepción negativa causando daños al concepto de la minería de una forma casi acumulativa. En la monografía de Justo Maeso (1882) se mencionan múltiples ejemplos de estos episodios negativos que, en la mayoría de los casos, tienen su causa en la ignorancia de la geología y en la mala praxis al momento de hallar un yacimiento, de esta forma contribuyendo a la desacreditación de la industria minera en el país.

Si bien los aspectos económicos y sociales de la minería han estado más presentes durante la historia, la temática ambiental comenzó a tener un rol cada vez más importante durante el siglo XX llegando su punto de inflexión en 1972 con la Conferencia de Estocolmo y posteriormente en 1984 con la formación de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (Naciones Unidas, 1972). En este último se define al Desarrollo Sustentable como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. La minería es una actividad que puede y debe aspirar a la compatibilidad con el desarrollo sustentable, a pesar de no poder ser completamente sustentable debido a que los recursos minerales son finitos a una escala tiempo humano (Oyarzún *et al.*, 2011).

Parte de esta compatibilidad con el desarrollo sustentable tiene mucho que ver con el estado final de los sitios mineros cesados en contraposición a su estado inicial, y con esta valoración ha surgido la economía ambiental (Damigos & Kaliampakos, 2003a, 2003b). Lo que en otro tiempo podía ser considerado como un acto natural propio de la industria, como lo era el abandono en cualquier condición de la propiedad explotada, hoy en día constituye una ofensa tanto a regulaciones y marcos legales internacionales, como también a las leyes de la mayoría de los países que pertenecen a la ONU, y como tal es penable. Sin embargo, ya que en el actualmente la reputación de una empresa es de las propiedades más importantes que esta posee, las empresas mineras se esfuerzan por tener una buena imagen respecto a su huella ambiental. Esto es, el conjunto de impactos ambientales que tiene a lo largo de su ciclo de vida (extracción y procesamiento, producción, uso y disposición) un producto, actividad o servicio, y que se expresa en términos del consumo de recursos naturales, emisiones de contaminantes y degradación de ecosistemas (Galli *et al.*, 2012; European Commission, 2013). Adicionalmente, los gobiernos comienzan a comprender el valor de considerar no sólo las ventajas económicas de la industria minera al presentarse un proyecto, sino que también el hecho de analizar factores como la volatilidad de los precios, el impacto social, la problemática ambiental y también que

estas industrias son de alto capital, pero no dan una cantidad de trabajo proporcional a este (NRGI, 2015a).

Quedan entonces sin una posición clara aquellos emprendimientos mineros históricos, cuyos permisos caducaron, o que quedaron huérfanos, y sobre los cuales nadie parece tener la responsabilidad de remediarlos (Unger *et al.*, 2015). A nivel mundial, la rama temática que estudia este fenómeno lleva apenas poco más de una veintena de años trabajando, y comenzó a tener mayor desarrollo después del año 2000. Se ha demostrado que existen riesgos tangibles en los sitios de legado minero (Koca & Kincal, 2004; Milgrom, 2008; Unger, 2009; Johnston *et al.*, 2012; Jarvis *et al.*, 2014; Hasheela *et al.*, 2014), los cuales se pueden clasificar en riesgos de contaminación y riesgos de seguridad (Abraham *et al.*, 2018), que afectan a diferentes receptores como lo son el ser humano, el medio ambiente y las actividades económicas, entre otros. Asimismo, se diseñaron métodos de evaluación de riesgos, clasificación de sitios y su priorización para su rehabilitación y reacondicionamiento (SERNAGEOMIN, 2007; ICMM, 2008; MCMPPR/MCA, 2010; Neri & Sánchez, 2010; ASGMI, 2010; BLM, 2013 y 2014; KRS, 2015; Kubit *et al.*, 2015; Martínez & Cruz, 2015; KRS, 2016; Pacheco, 2017).

Los sitios mineros abandonados suponen un desafío para todos los gobiernos y sociedades que apuntan a un desarrollo sustentable. La intensidad del problema depende no solamente del número de sitios, sino también de la complejidad y rango potencial de riesgo/impacto de cada uno de ellos (Unger, 2009; Unger *et al.*, 2015). Varias naciones e instituciones internacionales han promovido marcos normativos de forma de afrontar este problema (World Bank Group, 2007).

A la fecha, Uruguay cuenta con organismos reguladores y marcos legales (nacionales e internacionales) que velan por la protección del medio receptor respecto a diversas actividades económicas incluyendo la minería, y buscan garantizar la tendencia hacia un desarrollo sustentable (Uruguay Poder Legislativo, 2018). Sin embargo, aquellos sitios mineros constituidos y cesados con anterioridad al actual marco regulatorio y a los que no se les puede vincular a organizaciones, empresas o personas responsables, no se encuentran contemplados en él. Estos sitios de legado minero, a los que se les llama minas o canteras abandonadas (MAs en adelante), tienen como común denominador una rehabilitación incompleta o la total falta de ella (Unger *et al.*, 2015), y como consecuencia generan efectos negativos sobre el ambiente y la comunidad. Esta investigación busca contribuir a un mejor entendimiento del concepto, alcance y significado del legado minero, y aportar herramientas al país para poder diseñar un modelo de gestión de legado minero integrado con el fin de acercarnos a la compatibilidad con el desarrollo

sustentable y generar espacios de reconversión económica al reacondicionar las MAs, como fin a futuro.

El proyecto se desarrolla, en primer lugar, estableciendo una línea de base sobre la situación actual del Uruguay respecto al legado minero, donde la principal herramienta a ser utilizada es un modelo de madurez adaptado en el marco de la investigación, con criterios y valores establecidos para evaluar la eficiencia del sistema. Una segunda parte del proyecto consiste en la propuesta de un nuevo modelo de análisis de riesgo y priorización de las MAs para Uruguay, basado en modelos de varias naciones y adaptado a la realidad uruguaya, evaluado en función de su desempeño al ser aplicado en ocho sitios del departamento de San José.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Conceptualizar y valorizar el legado minero en Uruguay en la actualidad, como primera instancia de acercamiento a la generación de un sistema de gestión de las minas y canteras abandonadas del país.

2.2. Objetivos Específicos

- i. Analizar la situación actual del legado minero en Uruguay mediante la aplicación de un modelo de madurez.
- ii. Crear una guía para la identificación y clasificación de MAs, utilizando canteras o minas del departamento de San José como zonas de aplicación de la metodología.
- iii. Definir los lineamientos de una base de datos de MAs, capaz de brindar información de calidad al público en general.
- iv. Definir una lista tipo de sitios prioritarios del departamento de San José para su rehabilitación.

3. Legado Minero

El término “legado minero” no cuenta con una definición legal en Uruguay, y en el ámbito internacional existen muchas variantes. Si se toma la definición de Whitbread-Arbutat de 2008 (en Pacheco, 2017) se trata de aquellos sitios donde los impactos de un emprendimiento minero histórico continúan afectando negativamente al medioambiente y las comunidades asociadas.

Según el estudio presentado para la organización canadiense *National Orphaned and Abandoned Mines* (NOAMI), los sitios de legado son aquellas minas y canteras, abandonadas o huérfanas que contienen peligros residuales para la seguridad y/o el ambiente o los servicios ecosistémicos (KRS, 2016). Por otra parte, según Worral *et al.* (2009) las tierras de legado minero son todas aquellas tierras que fueron utilizadas para la minería y hoy se utilizan para otro propósito, o están huérfanas, abandonadas o derelictas, y necesitan ser remediadas. Si bien el concepto de legado minero continúa haciendo referencia a efectos negativos heredados de la minería, el trabajo de Leslie *et al.* (2016) destaca que las MAs se pueden ver como “cicatrices industriales” en el paisaje, pero también como un recurso.

Por lo tanto, acorde a estas definiciones el legado minero de un país lo conforman aquellas MAs y aspectos asociados a ellas, donde el común denominador es una rehabilitación incompleta o total falta de ella, que deriva en efectos negativos sobre el medioambiente y las comunidades asociadas. A su vez, el legado minero representa un recurso potencial económico, cultural y medioambiental.

El alcance real de la problemática tratada por el estudio del legado minero no está claramente definido en la actualidad, ya que los aspectos y variables a considerar son demasiados como para generar un valor estimado del daño producido y potencial a nivel global. Incluso para un país en particular, llegar a comprender el significado y efecto del legado minero es una tarea que implica el estudio individual de cada sitio (Unger *et al.*, 2015).

La gestión eficaz del legado minero se ve comprometida por la frecuente discusión sobre la naturaleza de la responsabilidad por este, lo que agrega complejidad y causa inercia a la hora de abordar esta problemática (Worral *et al.*, 2009).

Países como Canadá (Unger, 2009; NOAMI, 1999, 2015, 2016) y Reino Unido (ICMM, 2008) han sido pioneros en el desarrollo de marcos regulatorios y de gestión del legado minero, por ejemplo, generando catastros de MAs y estableciendo mecanismos para la rehabilitación de sitios de alta prioridad. Australia desarrolló un marco estratégico para la gestión de Mas (MCMPR/MCA, 2010), y en Estados Unidos el *Bureau of Land Management* se encarga de establecer el procedimiento tanto para el inventariado de los sitios como para su gestión (BLM

2013, 2014). En países tales como Namibia se han establecido metodologías de evaluación de riesgos para MAs, con el objetivo final de rehabilitar los sitios más vulnerables seleccionándolos mediante su priorización (Hasheela *et al.*, 2014). En Uruguay, a pesar de la existencia de un manual para el inventario de pasivos mineros para Iberoamérica (ASGMI, 2010), basado en un trabajo previo realizado por Chile (SERNAGEOMIN, 2007), al 2018 no existen evidencias de que se haya llevado a cabo el trabajo planteado por dicha asociación en el país. Aunque sí se ha visto cierta actividad en cuanto a la definición de la composición del equipo de trabajo, habiéndose definido los miembros representantes de cada nación participante el 30 de abril de 2018 (ASGMI, 2018).

La historia de la minería y sus impactos negativos sobre el ambiente y la sociedad, provocarán que las futuras actividades mineras sean juzgadas según el resultado de proyectos históricos, así como también de los actuales con pobre desempeño (Worral *et al.*, 2009). Esto hace necesario resaltar la relevancia del tema para el sector productivo, a pesar de que actualmente las prácticas en pos del desarrollo sustentable son parte integral de la mayoría de las empresas mineras.

3.1. Elementos del legado minero

El legado minero se compone de aspectos ambientales, socioculturales, económicos, políticos y legales (ICMM, 2008; Worral *et al.*, 2009; KRS, 2016), y se entrelaza con todas las posibles combinaciones de ellos. Por lo tanto, es necesario tener una visión integral para poder comprender el significado del legado minero, y también para satisfacer la demanda de los interesados en cuanto a la remediación de aquellos sitios que caen dentro de su definición.

El presente trabajo supone que el legado minero se puede dividir en dos dominios (Worral *et al.*, 2009; KRS, 2015; Kemp *et al.*, 2016; Leslie *et al.*, 2016), el primero refiere específicamente a lo que es el objeto de legado (es decir, las MAs), y por otra parte están las consecuencias de ese objeto de legado y sus características. Estas consecuencias se reflejan en esos aspectos previamente mencionados (ambientales, socioculturales, económicos, políticos y legales).

El componente ambiental del legado minero refiere a los cambios en la calidad ambiental previa y posterior a la actividad extractiva, y se incluyen en este concepto la pérdida de ecosistemas, pérdida de biodiversidad, modificación de la geomorfología natural, impacto a áreas vulnerables/protegidas, estética del paisaje, seguridad de las poblaciones cercanas, contaminación, entre otros (NOAMI, 1999; Johnston *et al.*, 2012; Jarvis *et al.*, 2014; Ene & Okogbue, 2016).

Es el legado ambiental minero el aspecto a tratar en este trabajo de investigación. Para evaluar el legado ambiental de la minería en un punto determinado hay indicadores, parámetros y criterios ya estudiados a nivel mundial, con un interés particular en lo que son los riesgos al ambiente representados por el objeto de legado y sus consecuencias. Al respecto se encuentran varios trabajos de investigación enfocados en la evaluación de la contaminación actual y potencial de sitios de legado minero (Strosnider *et al.*, 2011; Fok *et al.*, 2013; Crane *et al.*, 2016; Abraham *et al.*, 2018) y afectación a ecosistemas y al paisaje (Doley *et al.*, 2012; Vickers *et al.*, 2012; Erskine & Fletcher, 2013; Lima *et al.*, 2016; Lei *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2017).

De acuerdo con la NRG (2015b), la llamada “Maldición de los Recursos” (o los desafíos y oportunidades de la minería) refiere a la incapacidad de algunas naciones ricas en recursos naturales, pero comúnmente con regulaciones pobres, para beneficiarse realmente de sus ganancias. Ante la falta de un marco normativo, político y social preparado para la actividad extractiva, los países ricos en recursos naturales concluyen teniendo mayores conflictos y autoritarismo, y menor estabilidad y crecimiento económico que sus vecinos pobres en recursos naturales. Dentro de la “Maldición de los Recursos” se encuentran varios factores que desencadenan esta situación, entre ellos la falta de escrutinio público sobre los gastos del Estado y el gasto desmedido por parte de este en obras de grandes dimensiones que no toman en cuenta el mantenimiento o que no sirven a ningún propósito social o económico. Un factor de gran importancia es la denominada “Enfermedad Holandesa”, la cual refiere al daño que pueden provocar los grandes ingresos provenientes de la actividad económica floreciente (en este caso la extractiva) al haber una mala gestión de estos, causando inflación y variaciones del valor de la moneda, y las migraciones de trabajadores al sector dominante dejando otras industrias sin trabajadores (NRG, 2015b). Esto tiene como consecuencia que esas otras industrias dejen de tener capacidad competitiva y cierren.

Los desastres ambientales desencadenan conflictos sociales que forman parte del legado sociocultural de la minería, el cual refiere a la conceptualización local/regional de la actividad minera por parte de las comunidades cercanas que son afectadas directa o indirectamente por uno o varios proyectos (Schoenberger, 2016). Sin embargo, el enfoque científico-técnico no suele tener en cuenta que los riesgos sociales de la minería se deben evaluar con factores cualitativos (Kemp *et al.*, 2016), por esta razón es que los individuos y las instituciones juzgan de forma distinta los riesgos dependiendo de sus valores y percepciones. Los emprendimientos mineros modifican íntimamente a las poblaciones adyacentes, social y culturalmente según su respuesta a los conflictos que surgen, a las necesidades de estas comunidades que buscan garantías de conservación de los servicios ecosistémicos y a la calidad del medio en el que viven.

El surgimiento de la justicia ambiental (Martinez-Alier, 2001), como respuesta social a la apropiación de recursos y producción de desechos, y el cambio del pensamiento NIMBY (*not in my backyard*) por el NIABY (*not in anyone's backyard*), colisionan con la moda renovada del nacionalismo de recursos (Childs, 2016). Este término describe la tendencia de un gobierno a ejercer el control económico y político sobre sus recursos naturales y que, lejos de ser un verdadero proteccionismo lleva a la búsqueda de la expansión de las fronteras geográficas intentando acompañar las nuevas fronteras de extracción de recursos naturales. Esto genera tensiones debido a la incertidumbre del direccionamiento de este supuesto nacionalismo de recursos frente a las posturas sociales ambientalistas, contribuyendo al juicio sociocultural de la minería junto al legado del desempeño minero (Worral *et al.*, 2009).

La minería queda a su vez en la memoria social, o memoria colectiva en la que la información y recuerdos son transmitidos de una generación a otra y debido a que es una construcción social se ve afectada por la interacción entre individuos (Wheeler, 2014). El paisaje, y por lo tanto dentro de este los sitios de legado minero, pertenecen y dan forma a esta memoria colectiva, que por ende termina perteneciendo al legado social de la minería.

El componente social y cultural del legado es clave para comprender, por ejemplo, que un país como Uruguay que es rico en minerales tenga una industria minera que aporta actualmente un 0,2% del PBI (*com. pers. Lic. N. Campal, 2019*), y que aún con proyectos de menor envergadura, la aceptación social sea tan difícil de lograr. Sin embargo, no es algo nuevo, Maeso (1882) ya menciona múltiples ejemplos de mal manejo de emprendimientos mineros que dieron lugar a la desconfianza por parte de la ciudadanía a todo lo que tuviera relación con minería. Los errores del pasado y del presente dejan una huella profunda en la sociedad y pasan a formar parte de la cultura del “no a la minería”.

Por otra parte, la minería afecta la economía de las poblaciones cercanas, crea fuentes de trabajo y compra bienes y servicios a los locales (NRGI, 2015a, 2015b). Genera inflación, pero también crecimiento para las comunidades afectadas. Socialmente se generan cambios positivos a simple vista al llegar un emprendimiento; sin embargo, aquellas poblaciones más vulnerables quedan aún más desprotegidas (mujeres y niños de bajos recursos principalmente, industrias artesanales), pero esto es poco visible durante la fase operativa. Una vez se desarrolla el cese de las actividades, en una comunidad que vivió directa e indirectamente del emprendimiento minero, sin tomar recaudo de este fin inevitable, la economía local sufre severamente (NRGI, 2015b). Hoy en día la responsabilidad social de las empresas, junto con las organizaciones civiles sociales, se ocupan de prever este efecto mediante la creación de planes de apoyo a actividades productivas que no dependan del actual emprendimiento minero.

Una realidad avasallante es la de la “especialización productiva” de los países del sur (Russi & Martinez-Alier, 2003), producto de la creciente demanda de energía y materia prima por parte de los países del norte, que están industrializados y donde se practica una “desmaterialización” de la economía industrial, que en realidad es cada vez más demandante de materia pero son los países sureños los que, al estar entre la deuda externa y la pobreza, venden cada vez más recursos a precios cada vez menores, causando que el sur tenga mayor cantidad de pasivos mineros (lo que genera una alta densidad de contaminación) y más personas que dependen de esta industria. La mayor localización de conflictos relacionados a la minería está en el hemisferio sur (Aydin *et al.*, 2017).

Económicamente la minería genera bienes esenciales y servicios (Worral *et al.*, 2009), y puede contribuir al crecimiento de un país si existen marcos legales y procedimientos bien definidos acerca del objetivo de las ganancias que obtiene el Estado: desde fines para mejorar la infraestructura, a generar fondos fiscales o fiduciarios.

Que el legado económico de la minería sea o no positivo, dependerá por tanto de las decisiones y marcos políticos y legales que haya en el país donde los recursos son explotados. Demás está decir que la minería es necesaria, y que lo seguirá siendo, porque genera bienes y servicios que son la base de la vida humana como se la conoce en la actualidad. La minería es una fuente de riqueza para compañías, inversores y gobiernos, y puede apoyar al crecimiento del país si este está preparado para ella.

Respecto al aspecto político y legal del legado minero, entran en este ítem las responsabilidades fiscales y morales del producto pasivo de la minería, los estándares técnicos (su creación, su control y puesta en acción) y la política gubernamental y administrativa (NOAMI, 1999). Según Schoenberger (2016), el principal desafío para la prevención de desastres ambientales (y por tanto de conflictos sociales) es político, debido a la presión de la industria al poder político. Lo más evidente de este aspecto en el presente trabajo, es la ausencia de un marco normativo que vele por los sitios mineros históricos abandonados y que genere un plan de acción para estos sitios en los que no se puede implementar la política de “el que contamina paga”.

3.2. Minas abandonadas

Como se mencionó previamente, en este trabajo se considera al objeto del legado como la mina y el área adyacente a la misma que ha sido afectada por su actividad. Una definición bien instituida de este término es la del Ministerial Council of Australia (MCPR/MCA, 2010), que las describe como aquellas minas en las que los permisos o títulos ya no existen, y la responsabilidad de su rehabilitación no puede ser otorgada a ningún individuo, compañía u organización

responsable por las actividades mineras originales. En Unger *et al.* (2015) se señala que una característica común a todas ellas es la falta de remediación total o parcial, y que por sus características definitorias la responsabilidad de su tratamiento recae sobre el gobierno o sobre el propietario de la tierra afectada, a pesar de no tener la propiedad de los recursos que hay en ella.

El pasivo ambiental es la suma de los daños no compensados producidos por un emprendimiento al medio ambiente a lo largo de su historia, en su actividad normal y en caso de accidente (Russi & Martínez-Alier, 2003). Los pasivos ambientales mineros son *“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 parques 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”*¹ de acuerdo a la definición hallada en ASGMI (2010). Una mina/cantera abandonada (MA) es un pasivo ambiental minero (PAM), pero no todos los PAM son MAs. Lo que caracteriza a las MAs es la ausencia de lazos comprobables de responsabilidad entre el sitio minero y la empresa o individuos que lo explotaron. Es esta particularidad de las MAs lo que evidencia la necesidad de tratar estos sitios como ítem separado de otros pasivos ambientales mineros. Las MAs que fueron dejadas sin rehabilitar luego del cese de actividades de forma que ya no les es posible sustentar otras actividades (usos), permanecen como recursos inútiles y no sustentables (Milgrom, 2008).

Resulta de gran importancia resaltar que no todos los emprendimientos mineros son llevados a cabo por empresas corporativas internacionales, así como tampoco se encuentra la totalidad de emprendimientos mineros dentro de la legalidad. Hay una gran cantidad de empresas formales e informales de menor tamaño o artesanales, que practican la minería y suponen en muchos casos una mayor preocupación a nivel ambiental que las empresas de mayor tamaño. La minería ilegal es un gran problema, sobre todo porque a pesar de que en su mayoría se trata de minería artesanal y a “pequeña escala” también se acumula el efecto nocivo al medio ambiente ya que en general en una zona de minería ilegal suele encontrarse un gran número de implicados, convirtiéndose a una mayor escala en el efecto real. Un ejemplo sudamericano es lo que ocurre en la selva amazónica en Brasil y Perú. Este último particularmente es el mayor productor de oro de América Latina y en 2010 se estima que liberó al ambiente unas 70 toneladas de mercurio provenientes de la minería de oro artesanal de pequeña escala, se estima que la cantidad de

¹ Ver ASGMI (2010) pag. 2.

mercurio liberada por año en Perú ha ido aumentando debido a que ha subido la producción de oro y la población minera (GEF, 2019). En la región amazónica peruana de Madre de Dios se calcula que un 50% de la población está asociada al sector minero (GEF, 2019), donde el costo ambiental y social como consecuencia de la minería informal artesanal se ha ido incrementando y es extraordinariamente alto (Salo *et al.*, 2016).

Actualmente, a los aspectos clásicos de las políticas de reclamación y cierre (ambiental, social, económico), se le suman nuevas tendencias como ser la importancia de restaurar la mina de forma de maximizar su futuro potencial económico, la transferencia de activos a la comunidad a nivel local, y finalmente, la atención a la estabilización del llamado “macro ingreso” y los esquemas de fideicomiso intergeneracionales junto con los medios para pagar la deuda de la infraestructura del gobierno (que antes recibía servicios de los usuarios de la mina) a nivel nacional (Otto, 2009). Por tanto, todos estos aspectos que hacen a estas políticas no están presentes en el futuro de las MAs y deberán ser atendidos por el Estado mismo.

Muchos conceptos de la temática aquí tratada pareciera que se tocan o incluso que son sinónimos, por esto se debe delimitar su significado previamente al abordaje del tema. Cuando se habla del cierre/clausura de una mina, esto incluye aquellas acciones como el cierre físico de la misma y sus actividades como “usuario”: reclamación final, remoción del equipamiento, desvinculación de la comunidad, ruptura contractual con empleados, y pago de deudas entre otros. La reclamación de la mina ocurre durante el cierre de esta, y es el proceso por el cual su geomorfología y ecología son alteradas para alcanzar un estado previamente establecido (Otto, 2009).

En lo que respecta a sitios que cumplen con la definición de MAs, la recuperación o reformación/reclamación tiene algunas diferencias y es que refiere a las acciones dirigidas a llevar la superficie del predio a una condición equivalente a cuando estaba intacta (KRS, 2016). Una zona recuperada es aquella que ha llegado a la condición deseada. Por otra parte, la rehabilitación es el proceso de remodelación y revegetación del terreno de forma de restaurarlo a condiciones estables con un uso de la tierra/suelo apropiado para el sitio en particular (KRS, 2016). Finalmente, cuando se menciona la remediación, esta refiere a las acciones tomadas para remover o reducir un peligro, y mejorar la seguridad, o para remover/aislar/reducir la contaminación o los contaminantes de los medios ambientales (KRS, 2016).

Dentro de la categoría de mina abandonada se puede agrupar a las mismas según el tipo de minería, materiales extraídos, reservas remanentes de recursos o reservas agotadas, y por zonas de protección ecológica, entre otros, pero cada sitio tendrá características únicas que se

reflejarán en su potencial de riesgo, priorización y valoración económica de costos de rehabilitación/remediación (Unger *et al.*, 2015; Stankovic *et al.*, 2016).

3.2.1. Peligros, riesgos y receptores

Para la posterior clasificación y priorización de una MA es imprescindible diferenciar correctamente el peligro del riesgo, tanto a la hora de la inspección del sitio como a la hora de la evaluación de la situación actual del mismo. El peligro es una fuente de daño potencial o una situación con potencial de causar daño, en términos de lesiones humanas, daño a la salud, a la propiedad, al ambiente y a otros aspectos de valor (KRS, 2016). El riesgo es la probabilidad de lesión/daño o pérdida, definida como una medida de la probabilidad y la severidad de un efecto adverso a la salud, a la propiedad, al ambiente o a cualquier otro aspecto de valor (KRS, 2016).

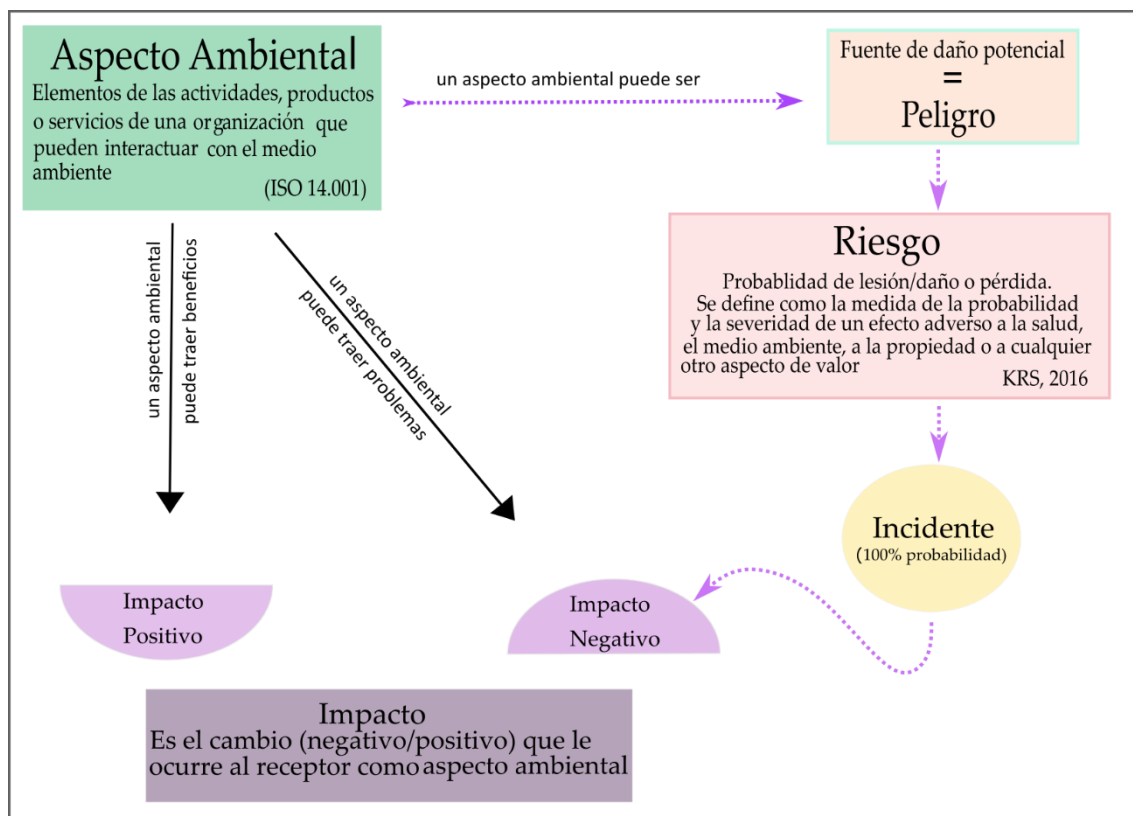


Figura 1 - Diagrama del relacionamiento entre los componentes que influyen en la generación del riesgo.

Es importante saber a qué se está haciendo referencia, ya que riesgo es distinto de impacto y los criterios e indicadores son distintos de los aspectos ambientales. Los aspectos ambientales son los “elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente” y los impactos ambientales son “el cambio (positivo o

negativo) que ocurre en el medio ambiente como resultado del aspecto ambiental” (ISO 14.000).

En la Figura 1 se pueden observar las relaciones entre los distintos componentes, y los caminos y significados que pueden tener.

Para ejemplificar, un aspecto ambiental sería el drenaje de mina y el peligro asociado sería el drenaje ácido de mina cuyos indicadores podrían ser el pH, sólidos en suspensión, coloraciones ocreas por depósitos de óxidos e hidróxidos de hierro, entre otros. Un impacto sería, por lo tanto, la contaminación de las aguas. Los criterios, por otra parte, refieren a los estándares y medidas que se toman para determinar si el indicador señala un problema ambiental, por ejemplo, un rango de pH para cuerpos de agua dulce.

Mientras que un impacto podría llegar a significar un cambio positivo en el medio ambiente, se diferencia del riesgo además por no tener una componente probabilística, el riesgo puede que suceda mientras que el impacto ya está presente. Para conocer la severidad de un riesgo o la significatividad de un impacto es necesario establecer la vulnerabilidad del receptor identificado.

Los receptores (humanos, ambientales y/o económicos) son los posibles afectados por el riesgo, y es respecto a ellos que se determina la severidad del impacto. Un mismo riesgo puede afectar a dos o más receptores y con severidades distintas, ya que la vulnerabilidad puede cambiar en relación con la exposición del receptor.

Los riesgos que presentan las MAs son tan variados como tipos de minería, entorno geológico y demás atributos característicos tenga el sitio estudiado. Otros riesgos asociados a MAs son por ejemplo los deslizamientos de tierra y caídas de rocas, el uso de las canteras abandonadas como basurales endémicos, cambios geomorfológicos, retrocesos de bordes de pozo, daño a hábitats específicos, caídas en pozos/trincheras, derrumbes, subsidencia, generación de polvo, entre otros.

3.2.2. Minas abandonadas a nivel global

Si se tiene en cuenta que la humanidad se ha desarrollado junto a la industria extractiva, se puede comprender que la problemática de las MAs no responde ni a límites geográficos ni al nivel de desarrollo de un país. El número de sitios mineros abandonados a nivel global es desconocido, tanto es así que si se quiere hablar específicamente de un país se habla de aproximaciones o de sitios declarados. Actualmente, un gran número de naciones entiende la importancia de la temática y la necesidad de establecer políticas de identificación y gestión de MAs. En la Tabla 1, se presentan los números oficiales de varios países, obtenidos durante la fase de recopilación de antecedentes.

Tabla 1- Número de sitios inventariados de algunos de los países que cuentan con catálogo de MAs.

País	Minas Abandonadas	Organismo
Australia	60.000	² MCMPR/MCA
Canadá	18.945	NOAMI (2018)
EEUU	500.000	³ AML/BLM
Sudáfrica	5.906 (oficialmente declaradas)	⁴ MPRDA
Reino Unido	73.460 (de carbón)	Coal Mining Data catalogue (GOV.UK)

La Conferencia de Estocolmo de 1972, y con ella la creación del PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), representa el punto de inflexión donde se comienza a trabajar sobre el Medio Ambiente Humano a un nivel global (Naciones Unidas, 1972). Posteriormente, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (creada en 1984), presenta el Informe Brundtland que introduce el concepto de desarrollo sustentable (WCED, 1987). Otros eventos que son considerados hitos en el desarrollo de la conciencia ambiental son el “Programa 21” firmado en Río de Janeiro en 1992, y el Protocolo de Kyoto de 1997 (Naciones Unidas, 1998), entre otros.

Con la tendencia al desarrollo sustentable y la equidad intra e intergeneracional se encuentran además motivos como el incremento del desarrollo urbano, y por lo tanto la extensión de los límites de las ciudades (donde se encuentran muchas MAs, por ejemplo, las canteras para extracción de materiales de construcción) que trae consigo problemáticas de seguridad de la población migrante, salud de esta, y generación de residuos que representa un peligro potencial al medio ambiente.

²Datos obtenidos de The Australian Institute a febrero de 2017. En Unger *et al.* (2012) se habla de 50.000 MAs identificadas.

³BLM (2013, 2014) se estima entre 100.000 y 500.000 MAs, el informe indica que el total se aproximaría a las 500.000.

⁴Mineral and Petroleum Resources Development Act, en Auditor-General South Africa (2009).

Se suman los tratados e informes internacionales, los compromisos de los gobernantes sobre políticas ambientales y sociales, la imagen país, entre otros factores que impulsan a la toma de acción frente a la realidad de los sitios mineros abandonados.

Generalidades de los procesos de gestión de legado minero

Los sistemas de gestión de MAs, a la fecha, están en etapas tempranas de verificación de eficiencia en el mejor de los casos. Pocos países cuentan con sistemas de clasificación de sitios de legado minero, inventariado y generación de rankings de prioridad, y son aún menos los que tengan asignados programas de gestión propiamente dichos que cuenten con financiación y recursos humanos competentes, y que además estén comprendidos en marcos normativos que refieran específicamente a las MAs y definan a quiénes están ligadas las responsabilidades de sus factores de riesgo y los estándares de gestión de estas. Los requerimientos para la implementación de un programa de gestión del legado minero generales son: contar con un organismo rector, recursos y financiación, un marco regulador (leyes), y una política operativa donde las guías y protocolos estén claramente definidos (Managing Mining Legacies Forum, 2012 a y b; Foster & Hault, 2013; Unger *et al.*, 2015; Stankovic *et al.*, 2016).

Los manuales y guías para el inventariado, clasificación y/o priorización de sitios mineros abandonados y sitios contaminados, priorizan el potencial de riesgo mediante una metodología de evaluación de riesgo que sigue en términos generales los pasos descriptos a continuación.

En primer lugar, tras el descubrimiento de un sitio que cumpla con la definición de MAs, se identifican aquellos posibles escenarios peligrosos de los cuales hay dos tipos: los relacionados a la seguridad y los relacionados a la contaminación. A continuación, se procede a la identificación de los posibles receptores como ser la población, el ambiente físico, la vida acuática, fauna y flora terrestre, áreas protegidas o ambientalmente sensibles y actividades económicas.

Como paso siguiente se encuentra la evaluación de la probabilidad de ocurrencia del incidente, varios manuales utilizan el Índice de Probabilidad (IP) que es cualitativo y cuyo rango es alto, moderado, bajo y despreciable (SERNAGEOMIN, 2007; ICMM, 2008; ASGMI, 2010; BLM, 2014; Hasheela *et al.*, 2014; KRS, 2014, 2015; Unger *et al.*, 2015).

Se evalúa la severidad de las consecuencias estableciendo criterios según los receptores, categorizándose cualitativamente en: catastrófico, alto, moderado, bajo y despreciable. Siendo la categoría “catastrófico” reservada al peligro que afecta humanos, mientras que la magnitud

de severidad mayor para peligros que afectan al medio ambiente y/o actividades económicas es “alto”.

Con la información obtenida se aplica una matriz de riesgo de doble entrada: el índice de probabilidad y la severidad de las consecuencias. Se pasa a determinar si hay afectación mutua por proximidad con otros sitios de características similares, y luego se clasifican los sitios de acuerdo al riesgo que representan. Esta clasificación establece la lista de sitios prioritarios.

3.2.3. Potencialidades, el legado minero como recurso

Si bien la minería es inevitablemente disruptiva para el ambiente (Schoenberger, 2016), la tendencia al desarrollo sustentable es una realidad cada día más cercana. El legado minero, visto de la forma más objetiva posible, tiene asociados riesgos y beneficios potenciales a la vez (Unger, 2009; MCMPR/MCA, 2010; Neri & Sanchez, 2010; Crane, 2016), y es responsabilidad política, social y empresarial hacerse cargo de los riesgos y explotar las potencialidades.

El manual publicado por el MCMPR/MCA (2010) enumera los posibles valores potenciales culturales, económicos y medioambientales de las MAs, mientras que Unger (2009) presenta estudios de casos de sitios abandonados que sufrieron una transformación para cumplir un nuevo propósito. Este es el caso del *Eden Project* (Unger, 2009), una mina de arcilla de Reino Unido reconvertida para albergar un centro educativo, proyecto de bioma ecosistémico y sala de conciertos.

Los valores potenciales de una MA son numerosos y componen un rango muy amplio de oportunidades tanto de investigación como de actividades económicas. En primera instancia está presente el valor del sitio en sí que representa un objeto de estudio tanto para la geología como para la ingeniería, química y biología, entre otros, así como los atributos sociales y económicos ligados al patrimonio histórico de dicho sitio (Fernández *et al.*, 2010; Leslie *et al.*, 2016). Además de tener potencial educativo también tienen potenciales productivos como ser, entre otros, su uso para energía geotérmica, para la agricultura y para el almacenamiento de residuos peligrosos (Hall *et al.*, 2011; Unger, 2009).

La transformación del legado minero del país de forma que pase de ser un “vacío” donde se pierden valores (salud humana, salud medio ambiental, pérdidas económicas y/o sociales) a un recurso ya sea educativo, económico, social o de conservación es tarea del Estado y de todas las partes interesadas (compañías, ONGs, sector educativo, sociedad).

3.3. Modelo de madurez aplicado al legado minero

Un modelo de madurez es una herramienta que ayuda a evaluar la efectividad actual de una organización o proyecto, entre otros, y surge de la combinación de modelos de calidad y de desarrollo organizacional (Foster & Hoult, 2013).

En Unger *et al.* (2015) se propone un modelo de madurez jurisdiccional para evaluar la gestión de minas abandonadas en Australia, y se basa en grados de madurez donde su desempeño es juzgado mediante un rango de criterios evaluadores como la calidad del inventario de MAs y las herramientas de análisis de riesgo. A su vez, el modelo de madurez propuesto en el presente trabajo se encuentra estrechamente relacionado con el marco propuesto por el MCMPR/MCA (2010), y su enfoque resalta que un sistema de gestión de riesgo efectivo implica varios cambios escalonados e incluye dos elementos mayores comunes en lo que son las rúbricas de evaluación: criterios de evaluación y la determinación de méritos.

En el “Jurisdictional maturity model for abandoned mine management” (Unger *et al.*, 2015) se identifican 14 criterios evaluadores que definen 5 categorías de madurez.

Tanto Foster & Hoult (2013) como Unger *et al.* (2015) mantienen cinco grados o categorías de madurez:

- **Vulnerable:** estado emergente. El enfoque a la problemática es reactivo (posterior a la ocurrencia del riesgo), no existe una cultura de cuidado, sin sistemas ni evaluación del riesgo, la investigación de incidentes se desarrolla superficialmente. Se acepta la ocurrencia de incidentes.
- **Reactivo:** gestionando. Donde existe una cultura de culpa, la comunicación se realiza únicamente en casos de extrema necesidad, la evaluación del riesgo es producto de incidentes ya existentes, se investigan los incidentes, pero el análisis es limitado. Se busca prevenir incidentes similares.
- **Compatible:** involucrando. Existe un poco de participación, comunicación con canales ya establecidos y concientización de la población como parte de la cultura. El riesgo se evalúa mediante sistemas establecidos, análisis de causas de incidentes se realizan basados en el evento potencial. Se busca prevenir los incidentes.
- **Proactivo:** cooperando. Altos niveles de comunicación y concientización, evaluación de riesgo es formal y proactiva, planes y procedimientos bien diseñados. Se busca el mejoramiento de los sistemas.
- **Resiliente:** de mejora continua. La evaluación de riesgo está integrada a todos los sistemas, tratamiento de los peligros para la eliminación de riesgos antes de su

ocurrencia, mejora de los sistemas mediante evaluación o auditorías externas. Es parte integral de la cultura.

Como se mencionara previamente, en el modelo de Unger *et al.* (2015), los grados de madurez se identifican gracias a 14 criterios de evaluación que fueron modificados para este trabajo, y que abarcan varios aspectos de la gestión de MAs como ser la gestión y accesibilidad a la información, la existencia o no de legislación que refiera a MAs y legislación que prevenga la generación de más MAs, la existencia o no de un programa de gestión de legado minero, el uso post mina de los sitios históricos, entre otros.

4. Legado minero en Uruguay

4.1. La minería en el Uruguay

En primer lugar, cabe mencionar las actividades extractivas de pequeña escala llevadas a cabo por los pobladores tempranos de lo que actualmente es el territorio uruguayo desde hace al menos ~ 13.000 años antes del presente, quienes poseían tecnologías líticas para la producción de puntas de proyectil y otros materiales líticos (Suárez, 2015). Previa a la etapa colonial y durante cierta etapa de esta, las poblaciones indígenas continuaron con las actividades artesanales líticas (Libro del Centenario del Uruguay, 1925). Sin embargo, fue con la colonia que la minería comienza en el país formalmente en el siglo XVIII con la Calera Real del Dacá del actual departamento de Soriano aproximadamente en 1722 (Arcaus Costa, 2015), y la calera de la estancia “Narbona” del departamento de Colonia en 1732-38 (Todo Uruguay, 2018). Ya en 1750 se buscaban recursos minerales como oro, diamantes y ágatas en el Uruguay con gran expectativa por parte de la Corona Española (Maeso, 1882). Esta búsqueda de yacimientos de metálicos llevó a la explotación de varias minas, por ejemplo, la mina de cobre “La Oriental” en el departamento de Maldonado que comenzó sus actividades en 1785 (Abbadie, 2010). A medida que el territorio que actualmente pertenece a Uruguay se desarrolla y aumenta en demografía, la necesidad de materiales de construcción crece y aumentan así las canteras de rocas ornamentales, calizas, las areneras y demás materiales estructurales. Se sumó a la actividad extractiva del país la mina de oro en lo que actualmente es el departamento de Rivera comenzando las actividades formalmente en 1867, y posteriormente en 1878 se constituye la “Compañía Francesa Minas de Oro del Uruguay” comenzando las actividades a mayor escala, siendo la mina Santa Ernestina en 1881 la de mayor actividad (Maeso, 1882; Barrial Posada, 1890).

A partir del siglo XVIII se han extraído en Uruguay materias primas para la construcción y calizas de forma ininterrumpida, debido a que la demanda se sustentó e incrementó con el crecimiento demográfico. Dentro de la minería de gravas, piedra partida y arena, entre 1887 y 1950 en el departamento de Colonia, se desarrolló el emprendimiento que llevó a la fundación de la localidad de Conchillas. La compañía inglesa C.H. Walker & Co., que minó gran parte del material de construcción utilizado en la época para construir la ciudad de Buenos Aires, estableció puerto propio, construyó una central eléctrica y vías férreas, fundando la mencionada Conchillas (Cernuschi, 2014). Las ágatas y amatistas son extraídas en el país desde 1840 en la zona de los Catalanes, actual departamento de Artigas (Cernuschi, 2014).

Las calizas se explotan desde el siglo XVIII, pero no fue hasta principios del 1900 que comenzó la verdadera explotación de forma industrial. En 1831 la importación de cal llegó a 13.875 litros y en 1837 esa cantidad había ascendido a 205.294 litros, mientras tanto la producción nacional iba avanzando de forma que para 1833 ya había 16 hornos de cal en la jurisdicción de Minas (Peralta, 2008). Actualmente, las minas de calizas uruguayas abastecen el total del consumo interno de cemento y cal, y exportan a los países vecinos (Cernuschi, 2014). Fue en 1931, en el marco de la Ley N° 8.764, que se creó la Administración Nacional de Combustibles Alcohol y Portland (ANCAP, 2019). Particularmente, en lo referente al portland se autorizó la instalación de fábricas de portland y afines para poder abastecer a las obras públicas, cuyo aumento se correspondía con el esfuerzo por parte del gobierno de remediar la situación de la gran desocupación provocada por la crisis de 1929 (ANCAP, 2019).

En el Libro del Centenario del Uruguay (1925), se menciona que a la fecha de la publicación se habían denunciado a la Inspección de Minas e Industrias⁵ (creada en 1911 con la reorganización del Ministerio de Industrias) unas 524 minas de cuarzo aurífero; 79 de carbón de piedra; 123 de turba; 29 de cobre; 27 de plomo; 6 de plata; 26 de hierro y 22 de grafito. Sin embargo, del total de las denunciadas, sólo las minas de oro de Rivera, cuya producción disminuía año a año, y las de talco de Colonia estaban en actividad en 1925, además de las de materiales de construcción y rocas ornamentales.

En esa fecha la industria minera daba trabajo a unas 2500 personas (Libro del Centenario del Uruguay, 1925), al 2011 los empleos directos vinculados a la minería eran aproximadamente 1550⁶; actualmente, este número es menor debido al cierre de algunas compañías. La falta de un rubro en el Banco de Previsión Social para los trabajadores de la industria minera explica en cierta medida la dificultad para comprender realmente la situación de estos (*com. pers. Lic. Néstor Campal, 2019*).

Maeso (1882) expone varios casos donde la iniciativa minera falló a lo largo de los años, denotando como factores principales de los fracasos a la ausencia de recursos humanos capacitados, la ignorancia general y la falta de ética. Dos ejemplos resaltan en el trabajo, por una parte, el episodio de la Mina Espuelitas, la cual ya había sido objeto de varios intentos de puesta en marcha, al presentarse un corredor con un prospecto de una nueva compañía con una valuación de 200.000 \$ fuertes⁷ (más de 5.000 kg de plata) que pretendía que se emitiesen las

⁵ El MIEM: sus primeros 100 años y su rol en el siglo XXI, Fermín Peralta (2008), páginas 89 a 92.

⁶ Comisión Interpartidaria para el Análisis Estratégico de la Minería de Gran Porte (2011), Situación actual de la Minería en Uruguay.

⁷ El peso fuerte se acuñó en 1844, son monedas de plata de ley 255 y que pesan aprox. 27g. Ver <http://www.monedasuruguay.com/mon/1843/007.htm>

acciones correspondientes. Este monto levantó la sospecha, y se le pidió al intermediario que les facilitara muestras de tan valiosos minerales. El resultado de la investigación culminó en el descubrimiento de que entre los carbonatos de la mina habían mezclados sulfuros de plata, bismuto y cobre gris argentífero que correspondían al cargamento procedente del salvataje del vapor Karnak, que había naufragado en el Estrecho de Magallanes, lo que pretendía ser vendido como explotado en la mina. Por otra parte, el ejemplo de las minas de cobre del Soldado (Lavalleja), donde en 1854 se desplegó una importante campaña en la que los trabajadores, conscientemente, dejaron vetas sin explotar en pos del beneficio propio buscando bajar el precio de las acciones de la compañía y comprarlas. Se mencionan también múltiples ejemplos donde la falta de idoneidad para el trabajo de exploración tuvo como consecuencia la pérdida de interés de los capitales inversores y la pérdida de la credibilidad por parte del público en la industria minera.

Otro ejemplo memorable más moderno es el caso del hierro de Valentines (departamento de Treinta y Tres), en 1957 comenzó la exploración de los yacimientos de hierro en esa zona, primero llevada a cabo por el Instituto Geológico en conjunto con un equipo de la Facultad de Química, y luego se contó con el apoyo de las Naciones Unidas (Cernuschi, 2014). Sin embargo, tanto en las décadas de 1960 y 1970, como en la etapa más reciente del conflicto por este asunto a partir del 2007 cuando la empresa Minera Aratirí obtuvo los primeros permisos⁸, una parte importante de la sociedad uruguaya se opuso a la extracción de este mineral en Valentines.

Debido a esta evolución desordenada y cargada de conflictos, la minería en Uruguay no es la actividad económica que podría haber sido ni tampoco es la mejor recibida por parte de la sociedad. Esta imagen desfavorable que posee, y el desarrollo incompleto de la industria para los minerales que se encuentran en el país, han transformado a la minería en una actividad relegada y, hasta hace no mucho tiempo, cuyos subproductos no tenían una gran relevancia, entre ellos el legado minero.

Macedo (2016) realizó en el Municipio de La Paz un trabajo de tesis en el cual realizó encuestas a los residentes y caracterizó canteras de la zona con un enfoque geográfico social. Los resultados más interesantes del trabajo están asociados a las encuestas de opinión pública donde los encuestados opinan que no se toman las medidas de mitigación y reducción de los daños ocasionados por las canteras por parte de los responsables (72% de los encuestados), y el 66% de la población encuestada está de acuerdo con que las canteras pueden tener un nuevo uso en el futuro.

⁸ Red de ONGs Ambientales del Uruguay (2010) Aratirí en Uruguay

El departamento de San José

Se ubica al suroeste del Uruguay tiene 4.992 km² y 108.309 habitantes⁹. De acuerdo al trabajo de Evaluación Ambiental Estratégica llevado a cabo por la Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial (DINOT)¹⁰ y la Intendencia Municipal de San José (Directrices Departamentales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de San José, 2010), identifican como problemas ambientales existentes en el departamento los riesgos de contaminación del sistema hídrico, así como la disminución del caudal por problemas climáticos y mal manejo del recurso, las posibilidades de pérdida de suelo rural, especialmente en zonas de alto potencial productivo, por la ocupación por otros usos, como los crecimientos urbanos (particularmente en Ciudad del Plata) industriales, logísticos, y las extracciones de arena en la costa y Ciudad del Plata y la extracción de granitos en Sierra de Mahoma, entre otros.



Figura 2 – Ubicación del departamento de San José en la ROU (modificado de <http://d-maps.com>).

De acuerdo con Spoturno *et al.* (2004), dentro de los principales recursos minerales del departamento de San José se encuentran, en la región sur arcillas para cerámica roja provenientes de las Formaciones Libertad y Dolores, y depósitos arcillosos actuales y sub-

⁹ Intendencia Municipal de San José (2018) ver <https://www.sanjose.gub.uy/departamento/ubicacion-geografica/>

¹⁰ Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial, perteneciente al Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

actuales. También en la región sur se encuentran arenas, constituyendo en el área S y SO del departamento la zona de mayor producción de arena del Uruguay, también en la zona centro occidental del departamento con canteras de menor tamaño.

Dentro de las explotaciones de rocas ígneo-metamórficas de la región norte del departamento Spoturno et al. (2004) menciona la producción de balasto y tosca, las cuales son extraídas principalmente en zonas de rocas graníticas con buen desarrollo del manto de alteración (3-6 m) y escasa cobertura, roca partida, rocas ornamentales entre las cuales se distinguen comercialmente: granitos grises, granitos rosados o rojos (Granito Mahoma) y granitos negros (filonianos y en stock).

Los últimos informes estadísticos¹¹ de producción minera por departamento disponibles son de 2007, el departamento de San José figura con producciones de arena limpia de exportación, arena limpia, arena de relleno, arena sucia, arcilla para cerámica roja, balasto y tosca. La explotación de rocas ornamentales ha empezado a retomar actividades (*com. pers. Lic. Néstor Campal, 2019*).

4.2. Marco legal

Una característica importante del Uruguay es que, como es estipulado en su Código de Minería, la propiedad de los yacimientos minerales que se encuentren en el subsuelo o aflorantes en el territorio uruguayo pertenece al Estado¹².

La minería se rige actualmente por el último Código de Minería (1982), aprobado por la Ley N° 15.242 y reglamentado por el decreto 110/982, cuyo objetivo estipulado en el Art. 1^{ero} es regular la institución de títulos y derechos mineros y organizar los regímenes que habilitan la actividad minera. Este código define a la actividad minera, los yacimientos y su clasificación, los derechos mineros, como así también los derechos y obligaciones de las distintas partes involucradas. Sobre el abandono el Código de Minería dice:

“Artículo 112.- El explotador que quisiera abandonar su mina deberá declararlo por escrito a la Inspección General de Minas. Esta luego de la inspección técnica necesaria y de comprobar que la mina queda en condiciones de seguridad adecuadas, ordenará inscribir la declaración del

¹¹ MIEM (2018) ver <https://www.miem.gub.uy/mineria-y-geologia/estadistica-de-produccion-minera-del-uruguay>

¹² Uruguay (1982) Código de Minería, Capítulo III.

*abandono en el Registro y la publicará en el "Diario Oficial" por tres días consecutivos y en otros dos diarios por una sola vez. [...]"*¹³

En 2013 se promulga la Ley N° 19.126 de Minería de Gran Porte (MGP), que establece un régimen legal especial aplicable a los proyectos de explotación minera que sean calificados como MGP. Esta ley exige a aquellos proyectos que entren en su definición (como ocupar una superficie mayor a 400 Há de intervención directa, tener una inversión mayor a 830:000.000 UI, entre otros), el diseño y realización de un Plan de Cierre de Minas, definido como *“el conjunto de medidas y acciones destinadas a mitigar los efectos negativos que se derivan del desarrollo de las actividades mineras y conexas, en las áreas en que estas se realicen, de forma de asegurar el reacondicionamiento de los mismos, a niveles tales que posibiliten el desarrollo de actividades post cierre u otros usos posteriores.”*¹⁴

Marco legal ambiental

El Artículo 47 de la Constitución de la ROU establece que *“La protección del medio ambiente es de interés general [...]”*, el cual es respaldado por la Ley N° 17.283 de Protección del Medio Ambiente del año 2000 (Uruguay Poder Legislativo, 2018), la cual declara de interés general la prevención, eliminación y mitigación de los impactos ambientales negativos o compensación por estos (en caso de no ser posible la mitigación).

De forma complementaria, la Ley N° 16.466 de Medio Ambiente, promulgada en 1994, estipula que: *“Declárese de interés general y nacional la protección del medio ambiente contra cualquier tipo de depredación, destrucción o contaminación, así como la prevención del impacto ambiental negativo o nocivo y, en su caso, la recomposición del medio ambiente dañado por actividades humanas [...]”*¹⁵. Esta ley asigna al MVOTMA¹⁶ la tarea de llevar el registro de los estudios de evaluación de impacto ambiental (EIA) referidos a todas las actividades que puedan ser susceptibles de provocar un impacto ambiental de entidad. Establece cuáles son los proyectos que quedan sujetos a la previa realización de un estudio de impacto ambiental, así como

¹³ Uruguay (1982) Código de Minería, Capítulo IV, Sección XI. La Inspección General de Minas pertenecía al “Instituto Geológico Ing. Eduardo Terra Arocena”, el cual pasó a llamarse “Dirección Nacional de Minería y Geología” (DINAMIGE) con el Código Minero promulgado por la ley 15.242 (Art. 122).

¹⁴ Uruguay Poder Legislativo (2018) ver <https://legislativo.parlamento.gub.uy>. Ley N°19.126, Capítulo II.

¹⁵ Uruguay Poder Legislativo (2018) ver <https://legislativo.parlamento.gub.uy>

¹⁶ (Uruguay Poder Legislativo, 2018) En 1990 fue creado el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, ley 16.112, organismo encargado de ejecutar las políticas nacionales, fijadas por el Poder Ejecutivo, sobre estas materias.

también estipula los requisitos mínimos que deben estar contenidos en la solicitud de autorización. A partir de 2005, el decreto reglamentario del EIA es el Decreto 349/005¹⁷ “Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y Autorizaciones Ambientales” (REIA/AA), el cual mantuvo lo relativo a la Autorización Ambiental Previa, agregando mejoras, y también incorporó tres nuevas herramientas para la gestión ambiental: la Viabilidad Ambiental de Localización (VAL), la Autorización Ambiental de Operación (AAO) y la Autorización Ambiental Especial (AAE).

Otras normativas de importancia respecto al medio ambiente que afectan a la actividad minera hoy en día son, por ejemplo, la Ley N° 17.234 de creación y gestión de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SNAP), la Ley N° 18.308 de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible, el Código de Aguas promulgado en 1978 (aprobado por la Ley N° 14.859), la Ley N° 15.239 de 1981 sobre el Uso y Conservación de Suelos y Aguas Superficiales Destinados a Usos Agropecuarios, la Ley N° 16.858 de 1997 sobre el Riego, la Ley 18.610 de 2009 de Política Nacional de Aguas, y la Ley N° 17.220 de 1999 de Desechos Peligrosos, entre otras (Uruguay Poder Legislativo, 2018).

En cuanto a las convenciones internacionales Uruguay se encuentra dentro del grupo de Estados que han firmado el Convenio de Estocolmo y ratificado mediante la Ley N° 17.732 (Uruguay Poder Legislativo, 2018). En el marco del MERCOSUR, también se ha reafirmado el compromiso de los Estados Parte con los preceptos de desarrollo sustentable, previstos en la “Agenda 21” del 1992 (Naciones Unidas, 2018), al firmar en 2001 el Acuerdo Marco sobre el Medio Ambiente que luego fue ratificado mediante la Ley N° 17.712 de 2003 (Uruguay Poder Legislativo, 2018). En 2015 se presentó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible aprobada en la Cumbre de las Naciones Unidas, donde se definen los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Los ODS no son jurídicamente vinculantes, pero Uruguay decidió tomarlos como propios integrándolos al Plan Ambiental Nacional para el Desarrollo Sostenible (MVOTMA, 2017).

¹⁷ Uruguay Diario Oficial, 3 de octubre de 2005. Páginas 6-11.

5. Metodología

El proyecto se separó en dos escalas para evaluar la situación actual del legado minero en Uruguay. A nivel país, se establece el nivel de base en el Uruguay, y se generan las herramientas de evaluación del riesgo y clasificación de MAs de carácter nacional. Finalmente, se optó por reducir el área de aplicación de las herramientas propuestas al departamento de San José. Esta decisión se sostuvo en primer lugar, por la existencia de cartas de geología y de recursos minerales del departamento (Spoturno *et al.*, 2004; Techera *et al.*, 2004), así como la evidencia de diversos tipos de extracción minera, y por otra parte debido a la cercanía a la capital del país y a su creciente demografía que puede presentarse como un factor de aumento del riesgo de sitios mineros abandonados.

5.1. Establecimiento de una línea de base y situación actual

El análisis de antecedentes y la aplicación del modelo de madurez al estado actual de los sistemas gestores en Uruguay constituyen el nivel base de esta investigación de forma de comprender la calidad de la información existente y su accesibilidad, y también la importancia dada a la temática por el país. Asimismo, brinda el modelo de los requerimientos y criterios a tomar en cuenta a la hora del diseño y la creación de los procedimientos de clasificación e inventariado de MAs.

Aplicación del Modelo de Madurez

Se trata de un análisis cualitativo del grado de desempeño que tiene la administración gubernamental en la gestión de las MAs, comenzando por el reconocimiento de la problemática individual y el compromiso al público de hacerse cargo de esta. Se utilizó el modelo de madurez de Unger *et al.* (2015) como base, y se lo modificó para el Uruguay en base a la situación particular del país.

Se utilizó la información disponible al público general para evaluar 14 criterios de madurez, los cuales fueron modificados para responder a la realidad del Uruguay sobre todo en cuanto a cómo se genera y distribuye la información en el país, y las características de la minería uruguaya. Se investigó la disponibilidad de información en Uruguay y el interés demostrado en la temática. Para la búsqueda de datos nacionales sobre la temática de sitios mineros abandonados se tomaron en cuenta también los informes de Evaluaciones de Impacto Ambiental existente en el MVOTMA y metadatos disponibles de la DINAMIGE. Dicha información

fue pedida con el amparo de la ley 18.381 de 2008, Derecho de Acceso a la Información Pública, al MVOTMA, también se accedió a datos disponibles al público en general a través de los visualizadores de DINAMA – MVOTMA (MVOTMA, 2019) y de MIEM – DINAMIGE (2016).

5.2. Creación de guía para la identificación y clasificación de MAs

Estudio de antecedentes para la generación de una guía de identificación, inventariado y priorización inicial para las MAs

Se concentró la búsqueda por una parte en trabajos sobre inventariado, clasificación y rehabilitación de sitios mineros abandonados con los que determinar las características básicas de una guía seria y eficiente. Otra área de gran importancia fue el relevo de marcos normativos y regulaciones a nivel internacional, regional y nacional. Dichos trabajos se analizaron teniendo en cuenta una serie de aspectos básicos como su representatividad y su potencial reproducción a nivel nacional, su enfoque en la temática, su calidad de manejo de conceptos característicos del legado minero y los modelos de tratamiento de datos y gestión del riesgo que proponen.

Se analizaron documentos de regiones desarrolladas y en vías de desarrollo, teniendo en cuenta los aspectos que se priorizan ante la falta de recursos económicos, humanos y técnicos, y cuáles son los aspectos de mayor control frente a la posibilidad de riesgos.

Guías y manuales se estudiaron en conjunto, mientras que los estudios de caso se analizaron por separado de forma de filtrar los mecanismos utilizados por los investigadores en cada sitio particular. También se estudiaron varias de las bases de datos de MAs que existen actualmente, de forma no sólo de definir los lineamientos de una base de datos de MAs que sea capaz de brindar información de calidad al público en general, sino también como parte de la base para la creación de la ficha de inventariado.

Con esta información procesada se procede a la creación del Sistema de Análisis Preliminar de Riesgo (SAPR) y el Sistema de Clasificación y Priorización del Legado Minero, y sus herramientas correspondientes.

A la *Lista de Sitios Potenciales* (ver Anexo II) obtenida de la búsqueda con herramientas satelitales y comparada con los datos disponibles en los organismos estatales DINAMIGE-MIEM y DINAMA-MVOTMA, se le aplica un filtro cuyo objetivo específico fue la obtención de aquellos sitios con minerales extraídos diferentes entre sí, y con variedad respecto a su situación documental en los organismos gubernamentales es decir, algunos de estos sitios están en las

bases de datos de MVOTMA y MIEM, mientras que otros no. El filtro aplicado a la lista da como resultado catorce sitios, de los cuales ocho fueron visitados.

En la Tabla 2 se muestra un esquema de la información a validar y respaldar durante la identificación de un sitio en el SAPR. Esta información es utilizada para caracterizar el sitio, el entorno, la identificación de los posibles escenarios peligrosos que pueden estar asociados al sitio y los posibles receptores. Si bien esta información no estará confirmada hasta la inspección de la MA localizada, puede servir como segundo filtro al momento de decidir cuáles sitios visitar.

Tabla 2- Información a validar para la identificación de un sitio en el SAPR.

Ubicación y datos históricos	Características ecosistémicas	Servicios ecosistémicos
Mineral extraído y geología	Ecosistema	Terrestres
Tipo de explotación	Clima	Acuáticos
Extensión	Hábitat crítico; áreas protegidas	Uso de la tierra tradicional
Eventos no anticipados	Poblaciones	Patrimonio

5.2.1. Identificación de los peligros o escenarios peligrosos potenciales

Inspección del sitio y adquisición de datos: ficha de ingreso al Inventario de MAs (IMAs)

Para la inspección y adquisición de datos se contó con el formulario propuesto en el presente trabajo (Anexo III), con el cual se pretende facilitar tanto la búsqueda de indicadores como así también la recopilación de la información de forma ordenada como lo estaría en la base de datos a la que será transferida.

El formato de este material guía es sencillo para mayor eficiencia, se divide por secciones bien definidas, y permite su modificación en caso de ser requerido debido a las características específicas de un sitio.

Identificación del sitio					
Nombre					
Empresa/Propietario					
Punto GPS					
Longitud		Latitud		Altitud	
			SCG		
Departamento:			Secc. Catastral:		
Localidad:			Paraje:		
Fotos:					
Accesos:					

Figura 3 – Extracto de la Ficha de IMAs. Sección de identificación del sitio, con la línea punteada verde se muestran los campos que se pueden completar en gabinete, previo a la inspección. (SCG: Sistema de Coordenadas Geográficas).

En la Figura 3 se muestra la sección de identificación para la MA, la cual se completa con el nombre de la mina y la empresa responsable, en caso de ser propiedad de un tercero cuyo nombre irá en el segundo campo. El punto GPS debe ser correlativo entre los sitios de la base de datos IMA. Las fotos tomadas deberán subirse a la base de datos con números correlativos con el número de ficha del sitio.

Tipo de Minería	Metálica ☐	No Metálica ☐	Ornamental ☐
Sustancia/s			
Variedad comercial			

Figura 4- Extraído de la Ficha de IMAs, segunda sección: identificación del tipo de minería.

Hay campos que pueden ser completados antes o durante la visita al sitio, ya sea por conveniencia o por falta de información documentada previa. Como se observa en la Figura 4, se proponen tres opciones dentro de los tipos de minería: metálica, no metálica y ornamental, en contraposición a metálica y no metálica para poder separar la minería ornamental de la no metálica.

El campo “Sustancia” se completará con el material extraído, por ejemplo, dique de dolerita (haz de diques de Florida), y la “Variedad comercial” sería Granito Negro Oriental y/o Granito Negro Absoluto.

Estado y Forma de Extracción					
Comienzo de actividades en el año				Con cierre ☐ Sin cierre ☐	
Abandonada desde el año					
Forma de extracción		☐ Subterránea ☐ A cielo abierto			
Advertencias de peligro/ cercados		☐ Si ☐ No			
Inundada	No ☐	Si ☐	Parcial. ☐	Color del agua/pH	
Efluentes	No ☐	Si ☐		Color del agua/pH	
Morfología del hueco:					
Ancho		Largo		Profundidad	
				Volumen ^(estim)	
(Medidas en metros y metros cúbicos)					

Figura 5 - Extraído de Fichas IMAs. Con la línea punteada verde se muestran los campos que pueden ser completados previo a la inspección del sitio, con la línea doble verde lima se muestran aquellos campos que necesitan tanto de gabinete (con herramientas de imagen satelital) como de campo para su verificación.

Particularmente, el campo de cierre de minas (Figura 5) puede ser problemático a la hora de tratar con sitios más antiguos que la regularización de la legislación, resultando conveniente completar este ítem durante la inspección, pero si se cuenta con informes o información previa puede completarse antes. La forma de extracción refiere a si es subterránea (galería) o a cielo abierto (open pit), el espacio para redactar en este campo sirve para especificar si la extracción se realizó con barreno, voladura, hilos diamantados, retroexcavadora, entre otros.

Para los campos sobre la presencia de advertencias de peligro, el estado de inundación del pit/galerías y las características de las aguas (del pit y de los efluentes), es necesario completarlos durante la visita al sitio.

Hay campos que necesitan tanto del trabajo en gabinete como de la confirmación en el campo, en la Figura 5 se encuentran marcados con color verde lima, como ser los efluentes y la morfología del hueco y sus proporciones. La morfología del hueco puede ser circular, ovoide, rectangular, irregular y en forma de rampa, en forma de embudo, entre otros.

Infraestructura

Edificaciones: _____

Otras estructuras (fosas sépticas p.e.): _____

Planta

Trituración/molienda☐ Cribado☐ Lavadero☐ Flotación☐ Lixiviación☐ Precipitación☐

SXEW☐ Refinación☐ Tostado☐ Cianurac. ☐ Amalgam.☐ Fusión/convers. ☐

Otras

Figura 6 - Extraído de Fichas de Ingreso a IMAs. Secciones de Infraestructura y Planta, secciones que no siempre se completarán ya que muchos sitios no cuentan con ellas.

Algunas secciones como la de “Infraestructura” y la de “Planta” (Figura 6), pueden presentar desafíos al inspector, ya que en la mayoría de los casos al cese de la actividad extractiva se procede al desmantelamiento de todo el equipamiento, y en caso de los sitios más antiguos las edificaciones pueden estar destruidas. Si no se cuenta con datos documentados de la actividad los campos implicados pueden presentar gran dificultad a la hora de completarlos.

Depósitos de Residuos					
Tipo de depósito	Ancho	Largo	Altura	Volumen	Observaciones

Figura 7 - Extraído de Ficha de Ingreso a IMAs. Esta sección sólo se puede completar en campo.

Asimismo, en la ficha se encuentran ítems que deben completarse durante la inspección como ser la tabla de los depósitos de residuos (ver Figura 7) y la de identificación de peligros potenciales (ver Anexo III).

Disposición de residuos Ordenado ☐ Esparcido ☐ Confinado ☐ Reutilizado ☐ Observaciones:
Sustancias Peligrosas Utilizadas Observaciones
Accesibilidad a las labores mineras Accesible c/vehículo ☐ Accesible s/vehículo ☐ Difícil/Inaccesible ☐

Figura 8 - Extraído de Fichas de Ingreso a IMAs.

En la sección “Disposición de residuos” (Figura 8) se debe especificar de qué residuos se está hablando, si son residuos antrópicos o industriales, y de qué tipo. Cuando se completan los campos referentes a las sustancias peligrosas utilizadas se debe tener en cuenta el método de extracción (*p.e.* voladuras), así como también la maquinaria utilizada que pudo haber perdido aceites y combustibles en el sitio.

Se encuentran en la ficha secciones más generales como la de descripción del entorno general en un radio de 1 Km, esta parte es otro ejemplo del trabajo que se puede realizar previo a la salida de campo.

La sección “Situación del entorno geológico” (Anexo III), refiere a la integración de la cantera en el mismo y a las características que esta presenta en contraposición, por ejemplo, a la geomorfología de la zona. El campo sobre estabilidad de pendientes se especificará el grado de las pendientes naturales del área, y luego se tomarán medidas a los ángulos de talud de los

frentes, escombreras, y relaves si es que hay presentes. Debe observarse si las paredes presentan material desprendido o inestable, si hay vegetación ejerciendo agarre al material y si se observan evidencias de erosión.

La situación de las aguas del área se encuentra contemplada en la ficha, esta sección se completará en parte de forma previa con datos documentales y también durante la visita a la MA. Esta sección presenta una particular importancia debido a que se puede confirmar o no la probabilidad de acumulación de riesgos en dos o más sitios por proximidad.

La Ficha de Ingreso a IMAs es versátil y modificable según las necesidades de cada caso, y es acompañada de un material de apoyo portable donde se listan los indicadores más comunes para la tabla de identificación de peligros potenciales.

Las características del sitio determinarán si es necesario en esta etapa realizar algún tipo de análisis de campo, en cuyo caso se podrá agregar a la ficha una tabla adecuada para esta tarea. Si el sitio presenta más de un pit, o si hay galerías, se agregarán a la tabla las secciones pertinentes para ese sitio. En este trabajo, debido a que las MAs visitadas son a cielo abierto, la sección de la galería fue eliminada para el trabajo de campo. El objetivo del material propuesto es que sea lo más eficiente y sencillo posible.

Apoyos visuales para la toma de datos

Junto con la Ficha se recomienda llevar al campo una imagen satelital del sitio a inspeccionar, donde se marcarán y confirmarán los límites generales de la MA y los límites de cada componente de esta (de ser posible). Se identificarán en la imagen las diferentes partes del sitio y los puntos de toma de datos (por ejemplo, si se hicieron análisis en campo de las aguas o si se toman muestras).

Caracterización de los peligros y riesgos potenciales

Con los resultados de la toma de datos y de la investigación previa, se procede a la caracterización ambiental, la seguridad pública y de los riesgos potenciales.

El primer paso consiste en separar los componentes de la MA que están presentes en la etapa de abandono en cada sitio, hay MAs que aún conservan las plantas y hay otras en las que fueron desmanteladas, aun así, el relicto de estas deberá ser tomado en cuenta.

Una vez definidos los componentes del sitio estudiado, se deben definir los aspectos ambientales y sus consecuentes peligros potenciales, y determinando si los riesgos potenciales

son a la seguridad pública, al medio ambiente, salud humana y/o a la propiedad. Finalmente, se puede caracterizar el riesgo, es decir identificar el impacto potencial en caso de ocurrir el incidente (ver Figura 1). En la Tabla 3 se puede observar que, para caracterizar un riesgo asociado a un determinado componente y peligro potencial, primero se deben determinar estos.

Tabla 3 – Pasos simplificados para la caracterización del riesgo.

Componente	Peligro Potencial	Tipo de Riesgo	Caracterización
Tajo (pit/hueco)	Estabilidad de paredes/taludes	Seguridad	Colapso
	Estabilidad de bordes de pozo	Seguridad	Colapso; Caídas
	Profundidad	Seguridad	Caídas
	Erosión y pérdida de suelo	Contaminación	Pérdida del recurso; modificación de escorrentías; facilita la infiltración
	Inundada	Contaminación	Calidad del agua/comunidad acuática; caídas (ahogamientos)
	Química del agua del pozo	Contaminación	Comunidad acuática y terrestre; afectación de las aguas subterráneas y superficiales
	Emisiones de efluentes líquidos	Contaminación	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales; posible afectación a la comunidad ecológica local y población
Escombreras	Estabilidad de paredes/taludes; deslizamientos	Seguridad	Colapso
	Configuración superficial	Contaminación	Posible infiltración de precipitados
	Filtraciones superficiales	Contaminación	Calidad de aguas superficiales; impactos corriente abajo/ecosistémicos
	Infiltraciones	Contaminación	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales; posible afectación a la comunidad ecológica local y población
	Filtraciones superficiales	Contaminación	Calidad de aguas superficiales; impactos corriente abajo/ecosistémicos
Relaves y pilas de estéril	Drenaje de pila de estéril	Contaminación	
	Infiltraciones	Contaminación	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales; posible afectación a la comunidad ecológica local y población
	Filtraciones superficiales	Contaminación	Calidad de aguas superficiales; impactos corriente abajo/ecosistémicos
	Colapso estructural	Seguridad; Contaminación	Colapso y descarga del material, afectación de aguas, suelos y aire.
Pozos de exploración	Infiltraciones	Contaminación	Afectación a las aguas subterráneas
	Ingreso de material	Contaminación	Afectación a las aguas subterráneas
Otros	Generación de botaderos/basurales endémicos	Seguridad; Contaminación	Afectación de aguas subterráneas y superficiales, aire y suelo. Generación de vectores de transmisión de enfermedades.

Identificación de los receptores

Ya sea en peligros de seguridad o de contaminación, para poder definir la severidad y significancia del riesgo implicado es necesario identificar el o los receptores potenciales de cada riesgo.

Como se muestra en la Figura 9, se puede dividir el riesgo en riesgo de contaminación y riesgo físico, lo que cambia entre estos dos subgrupos es la forma de relacionamiento del receptor con el peligro. Un riesgo de contaminación necesita de un receptor que esté vinculado con la fuente de peligro mediante un mecanismo de exposición, mientras que en los riesgos físicos basta la presencia del receptor y del peligro potencial.

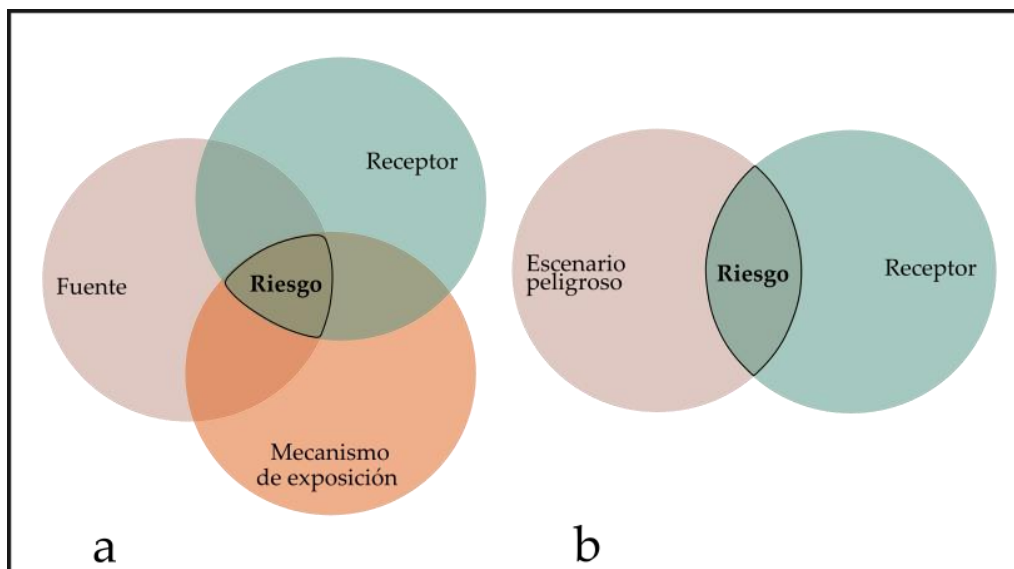


Figura 9 - Relaciones entre receptor, fuente/escenario peligroso y riesgo. En (a) se observa la relación para la contaminación, la cual tiene 3 componentes necesarios para que exista el riesgo, entre ellos el mecanismo de exposición a la sustancia contaminante; en (b) se muestra que para que existan riesgos físicos (o de seguridad) hacen falta 2 factores: el escenario peligroso o fuente y el receptor. Modificado de SAIEA (2010).

Los receptores sobre los que una MA puede tener efectos negativos son: las personas, el medio ambiente, la vida acuática, fauna y flora terrestre, áreas protegidas/ medioambientalmente sensibles, actividades económicas, la producción agrícola y agropecuaria, el turismo, entre otros.

Se identifican en la etapa previa a la salida de campo, y se confirman en campo. Se debe caracterizar el receptor para cada riesgo individual. Debido a la naturaleza preliminar del estudio, todo receptor factible de ser afectado será tomado en cuenta; sin embargo, el

mecanismo para definir a los principales receptores de un riesgo definido es filtrar por distancia al receptor y por mecanismos de exposición evidentes.

Algunos receptores son extremadamente sencillos de identificar mientras que para otros hay que encontrar el mecanismo de exposición e incluso hay receptores secundarios, o de “segunda generación” que podrían resultar de importancia en el estudio preliminar también. Por ejemplo, un receptor directo para un riesgo de contaminación de suelos o aguas sería la fauna y flora del medio, mientras que un receptor de segunda generación sería la población que pesca los peces que estuvieron en aguas contaminadas o que come plantas que crecieron en suelos afectados. También podrían ser considerados receptores de este mismo riesgo la percepción social de la población sobre el sitio y lo que representa, por otra parte, las actividades económicas pueden verse comprometidas por la contaminación aún sin emprendimientos directamente dispuestos en el sitio, pero vinculados por cursos de agua.

5.2.2. Evaluación del riesgo

Evaluación de la probabilidad de ocurrencia del incidente en las condiciones actuales

La probabilidad de ocurrencia es definida mediante el índice de Probabilidad (IP), el cual es una medida cualitativa cuyo rango varía entre: alto, moderado, bajo y despreciable. En caso de ser un riesgo vinculado a un evento que sucede de forma repetida, se tomará en cuenta la frecuencia con la que se presentan.

Evaluación de la severidad de las consecuencias del incidente

La severidad cuenta con cinco categorías: catastrófica, alta, moderada, baja y despreciable. La categoría “catastrófica” se reserva al mayor peligro que afecta humanos y de forma considerable, mientras que la magnitud de mayor severidad para el medio ambiente y demás receptores es “alta” por convención.

En la Tabla 4 se presentan una serie de riesgos comunes y se los relaciona con sus posibles receptores, en la tabla estos receptores se dividieron de la siguiente forma: H representa los receptores humanos en términos de seguridad y salud humana; H.S. representa receptores humanos sociales referentes a valores adjudicados (culturales, sociales o históricos); M.A.

representa al conjunto de receptores correspondientes al medio ambiente; y A.E. corresponde a las actividades económicas que puedan verse afectadas por el riesgo analizado.

Tabla 4 – Ejemplos de riesgos y sus receptores.

Riesgos	Receptores			
	H	H.S.	M.A.	A.E.
Colapso (borde del tajo; paredes/taludes; escombreras; relaves -diques de contención-)	X		X	
Colapso estructural de relaves (diques de contención)	X		X	
Caídas (al pozo/tajo; en trincheras)	X		X	X
Afectación de la calidad del agua superficial	X		X	X
Afectación de la calidad de aguas subterráneas	X		X	X
Afectación de la calidad del aire	X		X	X
Daños/afectación de la calidad del suelo			X	X
Cambio de la morfología general del área y las características propias locales		X	X	X
Pérdida de sitios históricos/culturales		X		X

Aplicación de la matriz de riesgo

Se trata de una matriz de doble entrada donde se representa en el eje de las abscisas la severidad de las consecuencias del incidente, y en el eje de las ordenadas su índice de probabilidad.

		Severidad				
		Despreciable	Baja	Moderada	Alta	Catastrófica
Índice de Probabilidad	Despreciable	1	1	1	1	1
	Bajo	1	1	2	2	2
	Medio	1	2	2	3	3
	Alto	1	2	3	4	4

Figura 10 - Matriz de riesgo de doble entrada, los campos se dividen en grupos (señalados con los colores verde, amarillo y rojo) según la importancia del riesgo ingresado.

Como se observa en la Figura 10, la matriz define tres campos de riesgo que se representan visualmente con los colores verde, amarillo y rojo. Debido a que la representación visual no resulta eficiente al trabajar con un conjunto de riesgos y de sitios, a cada rango se le otorga un puntaje del uno al tres, siendo el campo verde de riesgo poco significativo el uno, el amarillo de riesgo de importancia relativa el dos, y el rojo de riesgos de gran significatividad el de valor tres.

Se recomienda que para los riesgos de IP = Alto y severidad Alta/Catastrófica se tome un valor de 4 puntos.

5.3. Sistema de Clasificación y Priorización del Legado Minero

Sistema de Clasificación del Legado Minero

Con la aplicación de la matriz de riesgos y la información recabada en el proceso del SAPR, se determina la significancia del sitio y sus riesgos. La significancia interpreta los grados de importancia de las MAs y sus riesgos, y sus objetivos son definir si los impactos son tolerables (desde un punto de vista técnico) y si son aceptables (visión social).

El fundamento base de esta etapa del estudio es la priorización de los posibles impactos, por lo tanto, de los riesgos en función de su probabilidad y la severidad de sus consecuencias. La significancia permite al sistema separar las MAs en grupos:

Clase A

A1. Son aquellos sitios para los que se identifican uno o más riesgos muy significativos, con severidades altas a catastróficas y un índice de probabilidad alto a medio (cuando la severidad es catastrófica).

A2. Son aquellos sitios para los cuales se ha identificado al menos un riesgo significativo para la salud y/o seguridad humana o medioambiental, actividades económicas o un valor (social, cultural, histórico) adjudicado al sitio o localidad. Riesgos de IP alto y severidad media o IP medios y severidad alta.

Estos sitios son prioritarios para un análisis más profundo, sobre todo los de clase A1, a corto o mediano plazo.

Clase B:

Son sitios que registran riesgos poco significativos, pero con una severidad moderada y bajo a medio IP, o sitios con riesgos de severidad baja con IP alto (por ejemplo, vinculado a eventos que ocurren con una cierta frecuencia, como lluvias de gran importancia e inundaciones anuales). Esta clase requiere de estudios posteriores y monitoreo, pero tiene menor prioridad frente a las Clases A1 y A2. Para estos sitios se recomienda un plan a largo plazo de monitoreo y verificación de los datos, sobre todo de la probabilidad/frecuencia de los riesgos más importantes.

Clase C:

Son aquellas MAs en las que los riesgos registrados son poco significativos, con severidad entre despreciable (con IP cualquiera) a moderada de IP bajo a despreciable. Constituyen sitios donde la responsabilidad minera ambiental es casi nula o mínima, y que no son considerados dentro del plan de control.

Sistema de Priorización del Legado Minero

Este sistema se aplica a las clases A1, A2 y B, y se trata de un sistema de puntos que ordena a cada grupo en un ranking de sitios prioritarios. Se utilizan los puntos de la matriz de riesgo,

sumando los puntajes de todos los riesgos del sitio, ese total es el valor que representa el riesgo asociado a esa MA y es el número que se ingresa en el ranking.

Es conveniente realizar el ranking conjunto para toda la Clase A, ya que puede haber sitios catalogados como A2 que superen en puntuación a algunos A1.

5.4. Aplicación de la metodología en minas del departamento de San José

Con las labores de campo se busca evaluar la aplicabilidad de las fichas de inventariado diseñadas dentro del SAPR, y posteriormente, con la información recolectada se procede a comprobar su funcionamiento.

- I. *Lista de Sitios Potenciales (ver Anexo II).* En primera instancia, mediante el estudio del departamento de San José con las herramientas de acceso libre Google Earth PRO y SentinelHub, se identificaron posibles MAs (Figura 12-A). Combinando lo observado con datos obtenidos del visualizador de DINAMIGE y acceso a la información y visualizador MVOTMA se procedió a completar de forma preliminar una *Lista de Sitios Potenciales* a visitar, donde, sumado a su ubicación geográfica se identifica el tipo de recurso extraído, entre otras cosas.
- II. *Elección de los sitios a ser visitados.* Se eligieron 14 sitios (Figura 12-B), tomando en cuenta el tipo de recurso extraído (intentando que no se repitan) y que la ruta de accesos sea lo más eficiente posible debido al tiempo disponible para salidas de campo.
- III. *Estudio del sitio en gabinete.* Completar aquellos campos de la *Ficha para Inventariado de MAs* que sean posibles de rellenar mediante el estudio previo del sitio a visitar.
- IV. *Estudio de campo.* Se completa la información requerida en la ficha mediante la evaluación visual de la situación actual del sitio. Se observan posibles evidencias de riesgos, identificación de peligros potenciales y vulnerabilidades. En caso de que el pozo/tajo se encuentre inundado se analiza el agua con el multímetro ExStik EC500 de Extech Instruments. El EC500 mide pH, conductividad, sólidos disueltos totales (TDS), salinidad y temperatura.

Procesamiento de los datos obtenidos en el campo

Las fichas de ingreso al Inventario de MAs son parte del SAPR (ver Anexo III), una vez están completas se debe caracterizar los peligros y riesgos, e identificar a los receptores. El paso siguiente es la evaluación del riesgo, donde se valora la probabilidad de ocurrencia de un incidente y la severidad de sus consecuencias, y donde se aplica la matriz de riesgo.

Una vez finalizados los pasos del SAPR para cada sitio, se procede con el Sistema de Clasificación y Priorización del Legado Minero donde se consideran todos los sitios y los riesgos asociados analizados. Este sistema clasifica los sitios de MAs y establece un ranking de priorización según su factor de riesgo para su futura rehabilitación.

6. Resultados

6.1. Línea de base y situación actual en Uruguay

Modelo de madurez modificado y su aplicación

Se obtuvo la matriz de madurez (ver Anexo I), con criterios e indicadores adaptados a las necesidades del Uruguay, dado el contexto regional y legal en el que se inserta el país. Con la información sobre la situación uruguaya recopilada se determina el grado de madurez de cada criterio por separado, en la Figura 11 se observa la predominancia de los grados de madurez *Vulnerable* y *Reactivo*.

Se aplica el modelo de madurez con base en la información colectada y analizada, teniendo en cuenta cada criterio por separado y luego realizando un promedio. Se priorizan algunos criterios evaluadores que se describen a continuación y se califican como “críticos”, siendo los más destacados a la hora de establecer la situación actual del país respecto a las MAs. Esto significa que los criterios “críticos” podrían cambiar por otros a medida que el programa de gestión va evolucionando en el tiempo y en función de su desempeño.

Criterio 1. Gestión de datos/información →**Reactivo**: los datos obtenidos sobre sitios abandonados son escasos y sin seguimiento. Se observa una tendencia a la investigación de los sitios cuando hay denuncias públicas, sobre todo asociadas a accidentes y basureros endémicos.

Criterio 2. Calidad del conocimiento de los impactos y oportunidades →**Reactivo**: existe cierto nivel de conocimiento del impacto en algunos sitios de particular interés; sin embargo, la falta de seguimiento general de sitios que entran en la definición de MAs *sensu stricto* y la ausencia de informes ambientales previos no permiten el estudio del impacto a partir de una línea base confiable.

Criterio 3. Información específica de sitios de alto riesgo/prioridad →**Reactivo**: si bien se encuentran datos de sitios, son pocos los que han sido relevados. No es información de fácil acceso al público en general, y los informes suelen ser más bien de índole histórica/turística y no tanto técnica.

Criterio 4. Marcos normativos, legislación y guías sobre MAs →**Vulnerable**: la actual legislación sobre minería y medio ambiente no contempla la realidad del legado minero propiamente dicho, esto es, de las minas y canteras que comenzaron a ser explotadas previo a 1994 cuando se aprueba la ley 16.466 de Medio Ambiente, e incluso previo a 2004 cuando se comenzó a regular y reglamentar por medio de la DINAMA.

Criterio 5. Marcos normativos, legislación y guías para la prevención de la generación de MAs → **Compatible:** con las leyes 16.466 (Medio Ambiente), 17.283 (Ley General de Medio Ambiente), 19.126 (Minería de Gran Porte) y 19.147 (Observatorio Ambiental) se ha conformado un fuerte marco normativo que lucha contra la generación de nuevos pasivos ambientales mineros que sean pasibles del deslinde de responsabilidades por parte del usufructuario. Sin embargo, aún faltan recursos humanos que conformen un equipo especializado en cierre y rehabilitación que tenga como tarea principal la auditoría sistemática de todos los sitios y la autoridad para la toma de acciones sobre los sitios de alto riesgo.

Criterio 6. Programas de evaluación y priorización del riesgo → **Vulnerable:** si bien ha habido intentos de generar datos por parte de algunos de los recursos humanos en DINAMA (*comunicación personal M. Cáceres y D. Fork, 2019*), no llegaron a resultar en ningún informe. De esta forma queda sin evidencias el interés por la creación de un programa que evalúe las condiciones de riesgo de los sitios.

Criterio 7. Sistemas de gestión de MAs → **Vulnerable:** no existen evidencias de la existencia de un sistema de tal naturaleza ni de su posible aparición. Debido a que los informes y acciones son altamente condicionados a la reactividad frente a denuncias, la generación de un sistema de gestión de todo el cuerpo integrado de MAs de Uruguay que conozca y estudie los riesgos asociados, que prevenga riesgos significativos a nivel nacional, es poco probable a no ser que se comprenda por parte del Estado la importancia de estos sitios y la información que proveen.

Criterio 8. Financiación → **Vulnerable:** no existen fuentes o mecanismos de financiación dirigidos por el Estado. Los casos de MAs que fueron rehabilitadas contaron con mecanismos propios de recaudación de fondos para las obras y el mantenimiento.

Criterio 9. Usos post-mina de la propiedad → **Proactivo:** existen más de tres sitios que han sido rehabilitados y tienen uso post-mina, por ejemplo, las Canteras del Parque Rodó, las Canteras de Rafo, Mina La Oriental, Cantera Boca del Rosario, galerías en Artigas utilizadas para un circuito de Geoturismo, Minas de Corrales, entre otras.

Criterio 10. Conservación del legado minero como patrimonio → **Reactivo:** si bien se encuentran evidencias de preservación del patrimonio histórico vinculado a la minería, estos casos no se encuentran enmarcados en programas específicos de gestión de la conservación del patrimonio de legado minero. Actualmente, al igual que con la financiación, cada sitio conservado y estudiado lo es de forma puntual y no asociada a un programa.

Criterio 11. Oportunidades secundarias/complementarias de minería → **Compatible:** se encuentran más de dos ejemplos donde se utiliza nuevamente la mina o sus escombreras como

economía secundaria durante la operación principal o como economía principal en uso post-mina. Sin embargo, las responsabilidades a las que se ligán los nuevos permisos se restringen al área operativa actual y no al sitio minero total. De esta forma, si una cantera antigua no remediada vuelve a ser parcialmente pedida, o el predio es pedido pero la nueva actividad no afecta el sitio anterior, la responsabilidad de los daños y riesgos heredados no se suman al permiso minero.

Criterio 12. Asociación para obtener recursos y para la investigación → **Vulnerable**: no existen evidencias de asociaciones de ningún tipo con el objetivo de gestionar las MAs del Uruguay.

Criterio 13. Involucramiento de todas las partes involucradas → **Reactivo**: ocurre también en casos particulares por problemas específicos, sobre todo vinculado a basureros endémicos y de visible riesgo a la salud y seguridad humana.

Criterio 14. Comunicación y redes → **Vulnerable**: no hay evidencias de interés en comunicar información, si es que existe, de las MAs. El acceso a la información es difícil.

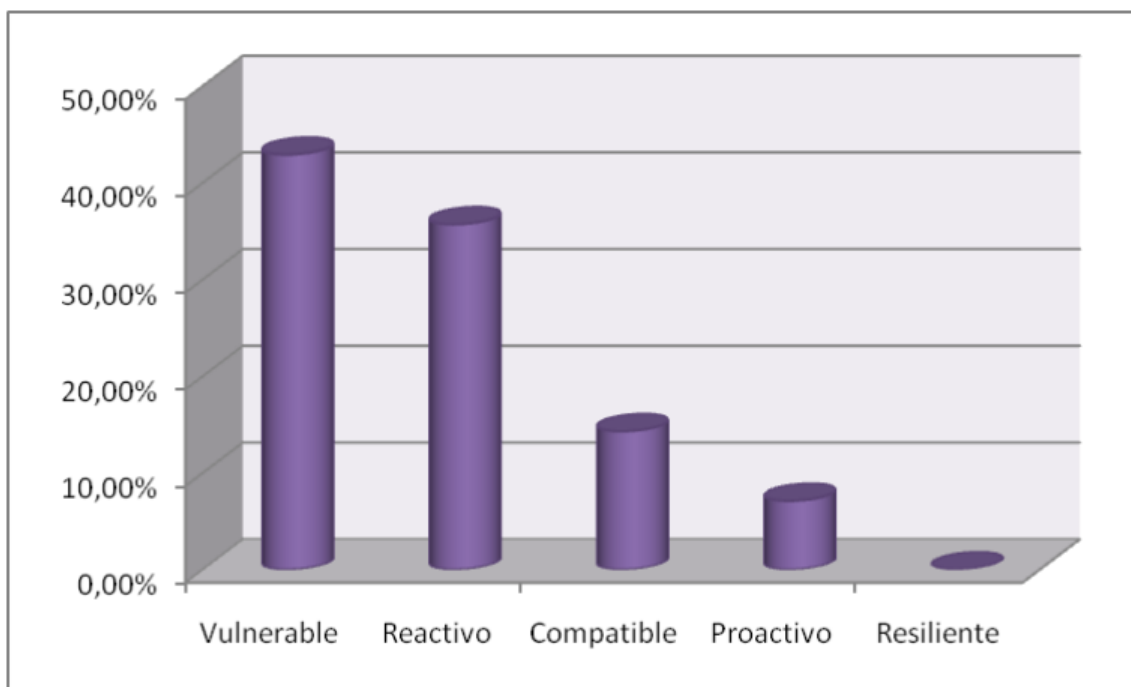


Figura 11- Vista gráfica de la distribución de los resultados del Modelo de Madurez para el Uruguay.

6.2. Resultados de la aplicación de los materiales propuestos

En primera instancia se procedió a ubicar los posibles sitios de MAs en el departamento de San José generando la Lista de Sitios Potenciales anteriormente mencionada (ver Anexo II), en la Figura 12-A se puede observar la distribución de puntos resultantes.

Con los criterios propuestos en la metodología se procedió a filtrar la lista, eligiendo los 14 sitios cuya distribución se muestra en la Figura 12-B. De los 14 sitios seleccionados se consiguió permiso para visitar 8 (ver Tabla 5).

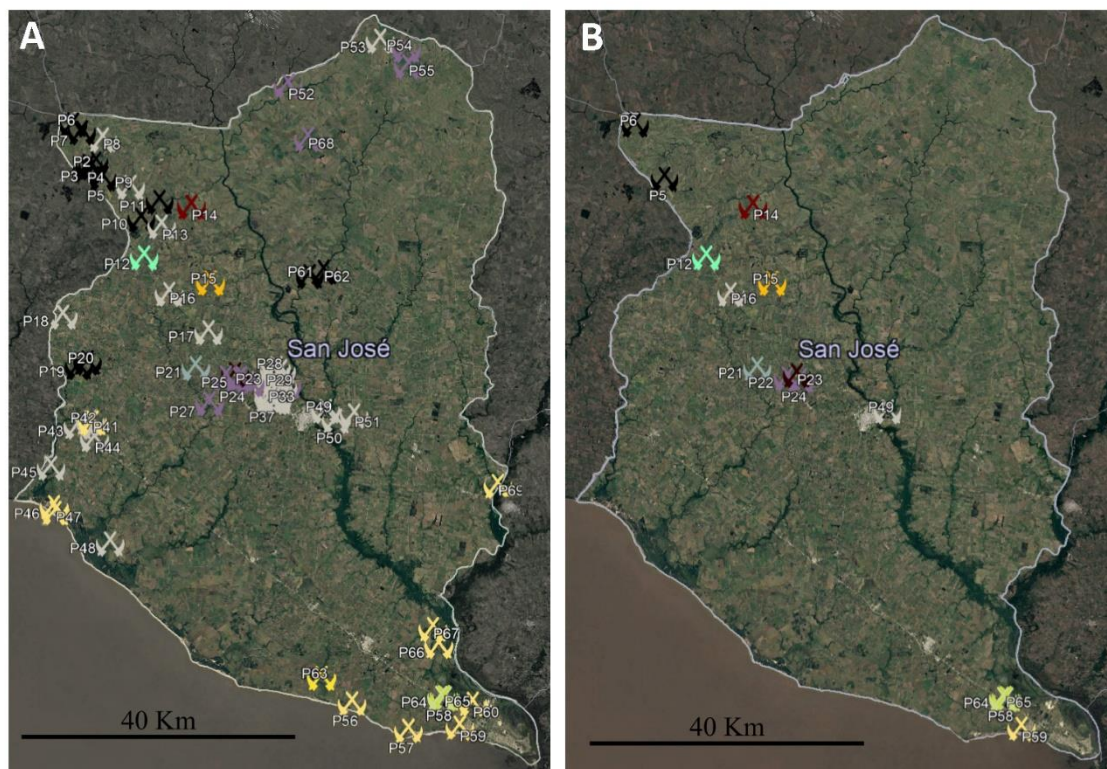


Figura 12 -A) Imagen satelital de ubicación de los puntos de la *Lista de Sitios Potenciales*. De color negro: granito negro, rojo: granito rojo, violeta: tosca, gris: cal, verde agua: talco, amarillo fuerte: oro, amarillo claro: arena, verde: arcilla, blanco: desconocido. B) Imagen satelital de posición de los sitios elegidos para relevar. De color negro: granito negro, rojo: granito rojo, violeta: tosca, gris: cal, verde agua: talco, amarillo fuerte: oro, amarillo claro: arena, verde: arcilla, blanco: desconocido.

Los sitios inspeccionados se encuentran en el departamento de San José (Tabla 5), los ocho corresponden a minería a cielo abierto como forma de extracción con diferencias en el método (barreno, sierra, retroexcavadora), mientras que cinco sitios corresponden a minería no metálica, dos a ornamental y uno a metálica.

Otra de las características compartidas por la totalidad de las MAs visitadas es la falta de advertencias (cartelería) y alambrados o cercas que avisen a la población y mantengan a los animales apartados de pozos, trincheras y demás estructuras que puedan presentar un riesgo.

También como común denominador se encuentra el agua en los pozos (ver Figura 14), con un 25% de los sitios totalmente inundados y un 75% parcialmente inundados (ver Anexo IV).

Tabla 5 – Sitios visitados en el departamento de San José.

I.D.	Nombre	Material	Coordenadas (21H UTM)	
UYSJ0001	Cantera Víctor	“Granito Negro Oriental”	6234849	497391
UYSJ0002	Cantera Pietracaprina	Talco (I, II, III)	6223357	503281
UYSJ0003	Desconocido	“Granito Negro”	6214060	505543
UYSJ0004	Desconocido	Tosca/balasto	6230695	510086
UYSJ0005	Mina Mahoma	Metal doré	6219618	513252
UYSJ0006	Desconocido	Tosca/balasto	6205970	517241
UYSJ0007	Cerámicas San José	Arcilla	6159602	545831
UYSJ0008	Desconocido	Arena	6155141	548743

En la Figura 13 se muestra el área total de pozos y trincheras de cada sitio visitado, siendo las de mayor área afectada las de explotación de arenas (UYSJ0008) y arcillas (UYSJ0007). De los sitios que se tiene el dato de profundidad de los pozos, los más profundos son de unos 50 m, correspondientes a los tajos de la Mina de oro Mahoma (UYSJ0005). Se presume que la cantera de talco Pietracaprina (UYSJ0002) tendría profundidades importantes (*com. pers. Andrés Camy, propietario, 2019*), pero no se pudo verificar.

El sitio UYSJ0007, donde se extrajo arcilla por parte de la empresa Cerámicas del Sur, es el sitio donde se registra la menor profundidad de pozo debido al método de extracción que implica una nivelación de todo el terreno a -3 m de la cota inicial del mismo. La mayoría de los sitios no presentan medios de salida del pozo, lo cual puede aumentar el riesgo de ahogamiento de animales y/o humanos.

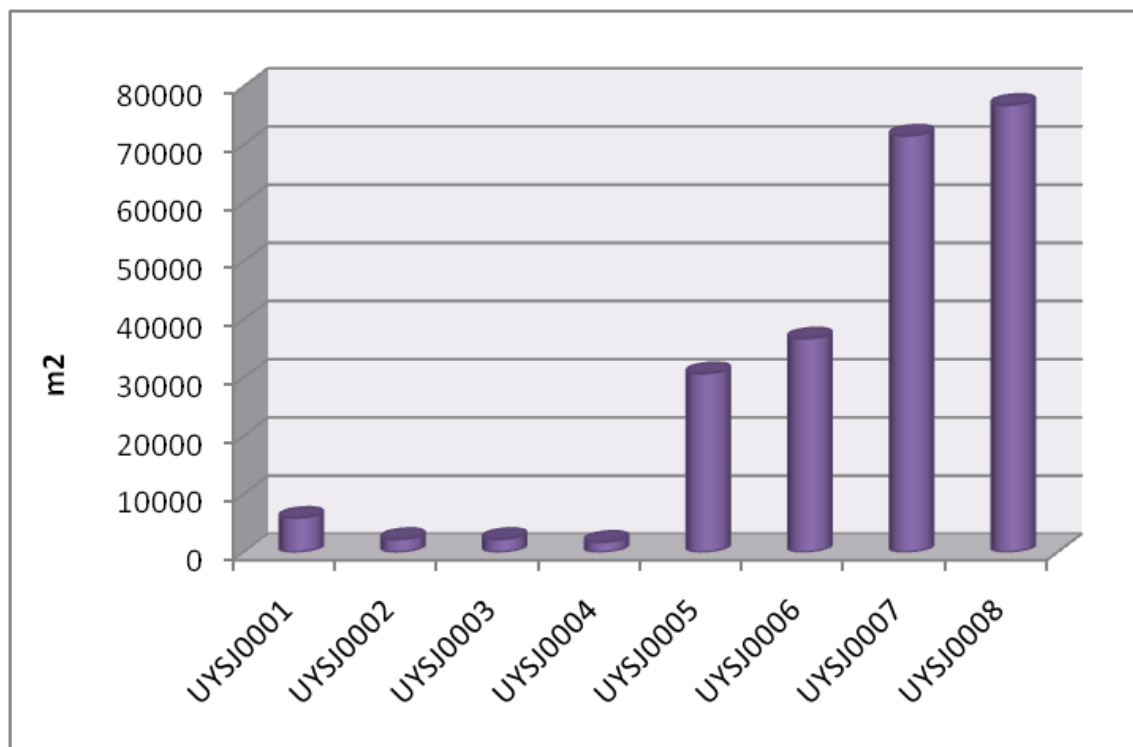


Figura 13 - Gráfico de área total de huecos (pozos/tajos y trincheras) de cada sitio.

Entre otros datos importantes, todas las MAs visitadas se relacionan con cuerpos de agua naturales. En algunos casos se encontró evidencias de visitantes, en el sitio UYSJ0001 de trabajo artesanal para producción de piques de piedra (Figura 15-A), mientras que en UYSJ0006 y UYSJ0007 se encontraron residuos domésticos e industriales/de taller (Figura 15-B y C).



Figura 14- A) Vista del pozo del sitio UYSJ0001. B) Área del pozo Pietracaprina completamente inundado UYSJ0002. C) Tajos de distintas dimensiones del sitio UYSJ0004 parcialmente inundados. D) Sitio UYSJ0008, pozo de grandes dimensiones completamente inundado.

Tres sitios cuentan aún con estructuras, el UYSJ0006[SNM1] particularmente tiene una estructura móvil de hierro (Figura 15-F), el UYSJ0005 (Mina Mahoma) tiene todo el equipo e infraestructura ya que no se desmanteló cuando se detuvo la actividad y fue vendida con todo incluido (Figura 15-E).

En el caso de la Mina Mahoma se suman los factores de procesamiento de la planta ya que esta mina no sólo realizaba cianuración, sino que también electroforesis y fundición. Finalmente, el sitio UYSJ0001 tiene estructuras remanentes que ya se encuentran semiderruidas y correspondían a locales habitacionales del personal (Figura 15-D). Como se explicó previamente, la existencia de infraestructura abandonada implica un riesgo de colapso estructural que puede afectar a la salud e integridad física humana y animal.



Figura 15 – A: Evidencias de minería artesanal, producción de piques de piedra en UYSJ0001. B: Residuos de varios tipos en UYSJ0006. C: Residuos domésticos (basura) en UYSJ0007. D: Una de las estructuras del sitio UYSJ0001, dormitorios. E: UYSJ0005, parte de la infraestructura de la planta y maquinaria que se dejó en el sitio. F: Estructura móvil (caravan) abandonada en el sitio UYSJ0006.

En varios casos se pudo completar parte de la información histórica de las fichas, lo más destacable son los accidentes ya que son antecedentes para posibles riesgos y hablan de un impacto establecido (con o sin mitigación). La cantera de talco Pietracaprina fue escenario de un colapso estructural que se llevó al fondo del pozo toda la maquinaria, no se pudo saber si ese colapso causó pérdidas humanas (*com. pers. Andrés Camy, propietario, 2019*). Por otra parte,

en 1993 en la Mina Mahoma el dique de contención de la pileta de relaves colapsó, llevando cantidades de lodos cianurizados a los cursos de agua. Estos tenían una mayor concentración de cianuro ya que debido a las lluvias el responsable de producción de la mina resolvió aumentar la carga de cianuro en los tanques de agitación (*com. pers. Ing. Carlo Vaccaro, 2019*). Este incidente fue el desencadenante de un gran conflicto que llevó a protestas por parte los habitantes del departamento, los cuales ya estaban en desacuerdo con el proyecto desde sus comienzos, y entre 1993 y 1995 se terminó la actividad.

Con la información de las fichas se pudo obtener cuáles son los riesgos de mayor importancia y representatividad en estas MAs elegidas, como se muestra en la Figura 16. Los cuatro riesgos más conspicuos son físicos, seguidos por la contaminación de aguas en quinto lugar.

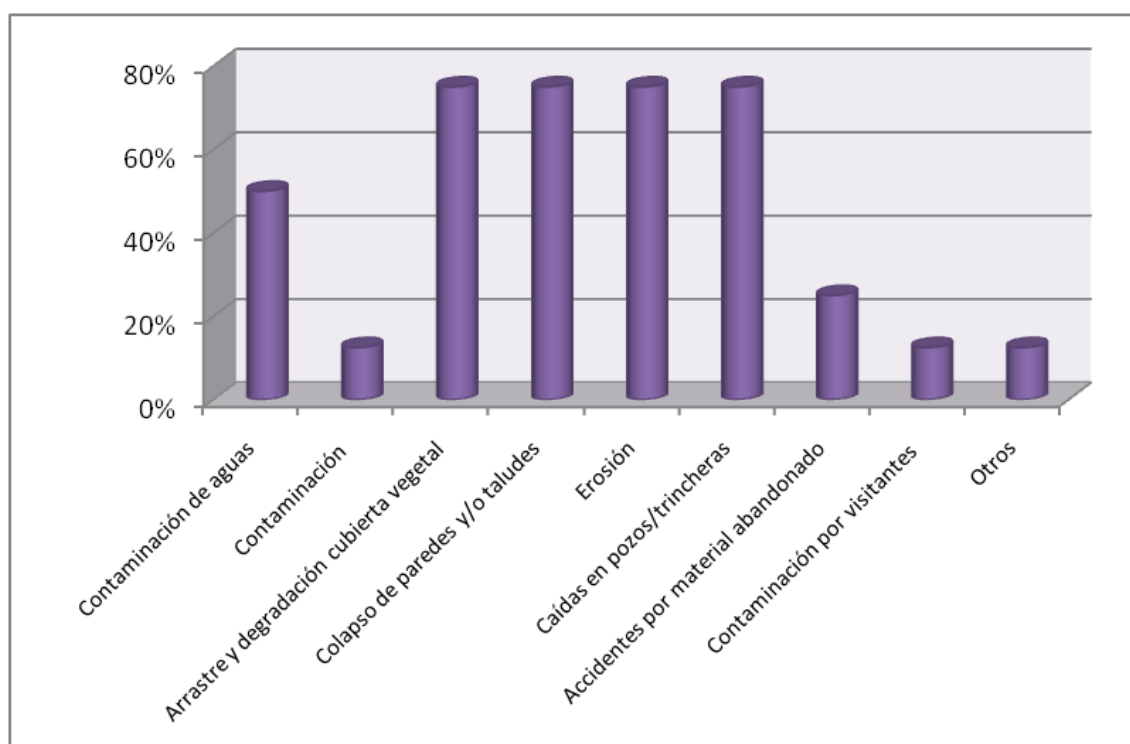


Figura 16 - Distribución de los riesgos más importantes en el total de sitios inspeccionados.

En las figuras 17 y 18 se presentan los resultados de los análisis llevados a cabo. No se realizaron estos estudios en la Mina Mahoma (UYSJ0005) debido a que no se contó con el multímetro durante la visita, y posteriormente no se pudo concretar una segunda ida.

Como se puede ver en la Figura 17 el rango de pH de las MAs visitadas se encuentra entre 6,55 y 9,1 lo cual, acorde a la norma UNIT 833:2008 (UNIT, 2008) que estipula los pH potables entre 6,5 y 8,5, deja fuera de la categoría potable a una sola MA: la cantera de Pietracaprina. El pH

elevado del agua del tajo de la cantera de talco Pietracaprina (UYSJ0002) se debe a los carbonatos presentes en la litología de la cantera.

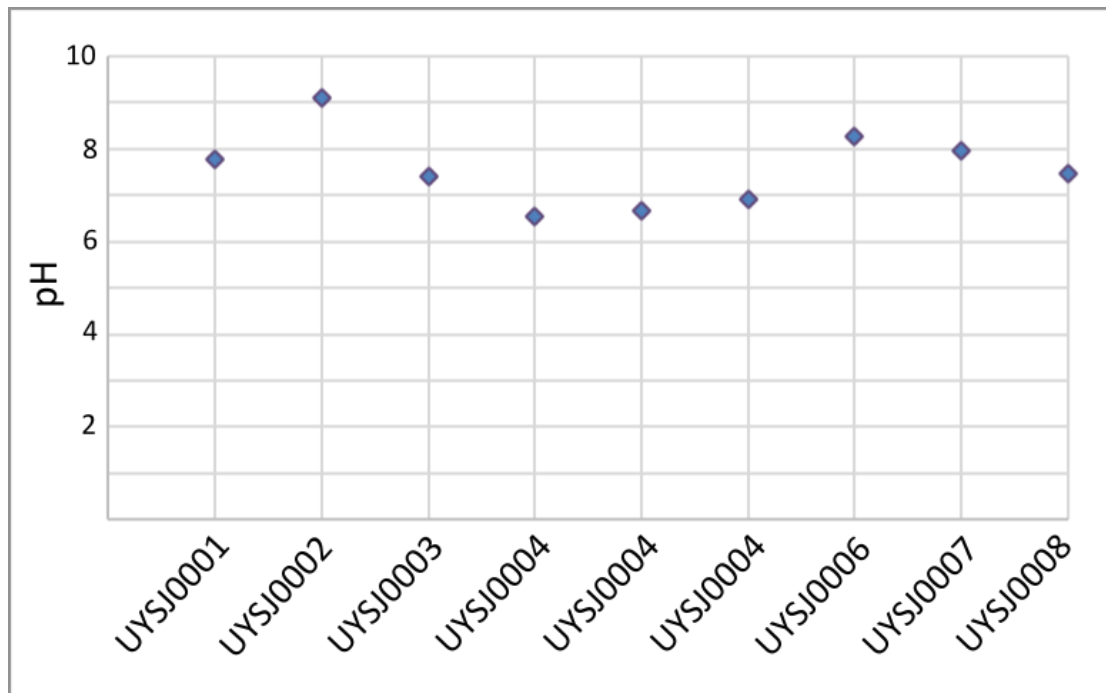


Figura 17 - Gráfico de pH del agua de los pozos analizados in situ.

En la Figura 18 se observa la estrecha relación entre la conductividad y los sólidos disueltos totales (TDS), todas están por debajo de los límites máximos establecidos por la norma UNIT 833:2008 (UNIT, 2008), TDS menor a 1000 mg/L y conductividad menor a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

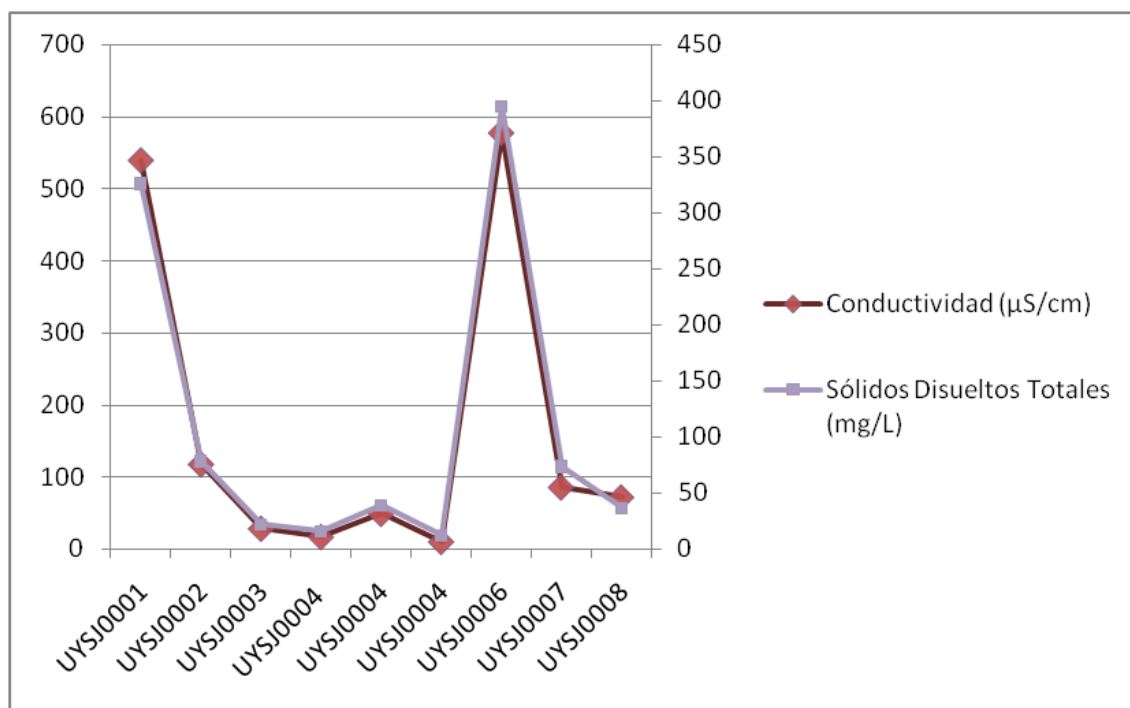


Figura 18 - Gráfico de doble eje de Conductividad (eje vertical izquierdo) y TDS (eje vertical derecho) para las aguas de los pozos analizados in situ.

Siguiendo el SAPR se caracterizaron los riesgos para cada componente del sitio de MA de forma de identificar el impacto potencial para poder estimar la importancia del riesgo. En el caso de los sitios visitados hay un gran porcentaje de los riesgos que están vinculados a la seguridad física (tipo de riesgo) como, por ejemplo, el colapso de los taludes del pozo.

A continuación, en la Tabla 6 se muestra el resultado para los riesgos más representativos e importantes de la Cantera Pietracaprina, donde se aplica el SAPR en su totalidad, con un total de puntos de 57 (ver Anexo V: tablas de los sitios UYSJ0001 a UYSJ0008). Se observa que los riesgos más abundantes son los físicos, y dentro de estos las caídas. Esta cantera se encuentra en la zona de la Sierra de Mahoma, por lo que tiene un valor humano-social importante y hace que los riesgos involucren más este receptor. A su vez, el predio de la cantera y el pozo en sí mismo están adyacentes a un tambo de pequeño porte, lo cual aumenta las probabilidades de afectación tanto de la salud humana de los trabajadores y la actividad económica que desarrollan (principalmente por pérdida de animales). Se tomó en cuenta el dato de que en esa zona los pozos de extracción de aguas subterráneas tienen un caudal importante (*com.pers. Andrés Camy, propietario*).

Tabla 6 - Resultados del SAPR aplicado al sitio UYSJ0002: Cantera de talco Pietracaprina. Receptores H: humanos; H.S.: humano-social; M.A.: medio ambiente; A.E.: actividades económicas.

Peligro Potencial	Caracterización	Receptores	I.P.	Severidad	Matriz de Riesgo
Estabilidad de paredes/taludes	Colapso	H	Bajo	Alta	2
		M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Moderada	2
Estabilidad de bordes de pozo	Colapso y caídas	H.	Bajo	Catastrófica	2
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Medio	Moderada	2
Profundidad	Caídas	H.	Medio	Catastrófica	3
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Medio	Moderada	2
Erosión y pérdida de suelo	Pérdida del recurso	M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Baja	1
	Modificación de escorrentías	M.A.	Bajo	Baja	1
	Facilita la infiltración	H.	Bajo	Alta	2
		M.A.	Bajo	Alta	2
Inundada	Calidad del agua/comunidad acuática	H.	Bajo	Alta	2
		H.S.	Medio	Moderada	2
		M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Medio	Despreciable	1
	Caídas (ahogamientos)	H.	Medio	Catastrófica	3
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Medio	Moderada	2
Química del agua del pozo	Comunidad acuática y terrestre	(*)			
	Afectación de las aguas subterráneas y superficiales	H.	Bajo	Alta	2
		H.S.	Bajo	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Despreciable	1
Emisiones de efluentes líquidos	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)			
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	Bajo	Moderada	2
		H.S.	Bajo	Baja	
		M.A.	Bajo	Moderada	2
Configuración superficial	Posible infiltración de precipitados	M.A.	Despreciable	Moderada	1
Filtraciones superficiales	Calidad de aguas superficiales	(*)			
	Impactos corriente abajo/ecosistémicos	M.A.	Bajo	Moderada	2
				Total	57

En el sitio UYSJ0005 (Mina Mahoma), debido a que no se pudo realizar análisis de agua algunos campos de los riesgos más importantes a tener en cuenta no se completaron. Si bien esto afecta el resultado final de la prueba a los materiales y métodos, no consiste en una limitante de la propuesta en sí. Sin embargo, debido a la falta de esta información, para el Sistema de Clasificación y Priorización del Legado Minero no se tomó en cuenta el puntaje total del sitio debido a su carácter incompleto.

En la Tabla 7 se puede ver la clasificación de cada sitio y su puntuación correspondiente, la Mina Mahoma figura con un numeral debido a ser un dato incompleto.

Tabla 7 - Aplicación del Sistema de Clasificación del Legado Minero para los sitios estudiados.

I.D.	Clase	Puntuación total MR
UYSJ0001	A2	53
UYSJ0002	A1	57
UYSJ0003	B	40
UYSJ0004	B	30
UYSJ0006	A2	57
UYSJ0007	B	32
UYSJ0008	B	55
UYSJ0005	#	56#

En la Tabla 8 se puede ver la aplicación del Sistema de Clasificación y Priorización, en lo que sería el ranking de priorización de las MAs estudiadas, el primer puesto lo tendría la Mina Pietracaprina (UYSJ0002) por ser de clase A1 y tener 57 puntos totales de la Matriz de Riesgo. El sitio UYSJ0006 también tiene 57 puntos totales, pero al ser un A2 pierde prioridad frente a una clase superior, quedando en segundo lugar.

En el caso de lo que ocurre con UYSJ0001 y UYSJ0008, donde la primera es A2 pero de menor puntaje y la otra es B con mayor total, lo conveniente en estos casos es reconsiderar los

receptores y riesgos más importantes y dar prioridad en este caso a la UYSJ0008, no sólo por su mayor puntaje sino que también por su gran cercanía a un centro poblado.

Como se mencionara previamente no se toma en cuenta el sitio UYSJ0005, Mina Mahoma, debido a la falta de datos de aguas ya que no sería prudente inferir estos riesgos. Cabe resaltar que la Mina aurífera Mahoma fue la primera en el país en presentar un proyecto de cierre y llevarlo a cabo; sin embargo, no se cuenta con informes posteriores de terceros sobre este tema.

Tabla 8 - Aplicación del Sistema de Clasificación y el ranking de Priorización del Legado Minero para los sitios estudiados.

I.D.	Clase	Puntuación total MR	Ranking de priorización
UYSJ0002	A1	57	1 ^{ero}
UYSJ0006	A2	57	2 ^{do}
UYSJ0008	B	55	3 ^{ero}
UYSJ0001	A2	53	4 ^{to}
UYSJ0003	B	40	5 ^{to}
UYSJ0007	B	32	6 ^{to}
UYSJ0004	B	30	7 ^{mo}
UYSJ0005	#	56#	#

7. Discusión

La línea de base sobre el legado minero en Uruguay se define en términos de disponibilidad y calidad de información sobre MAs y por el interés demostrado por las partes involucradas. Si bien en Uruguay el acceso a la información pública está garantizado por la ley 18.381 (2008), en la experiencia transcurrida en el presente trabajo se pudo comprobar el acceso que al sistema en el organismo consultado fue lento, y al ser autorregulado existe la posibilidad de que este se otorgue prórrogas a sí mismo. Por esto, la solicitud de información realizada demoró más de dos meses y medio en concretarse.

Modelo de madurez

Una de las modificaciones al modelo de madurez de Unger *et al.* (2015) fue concerniente a este tema, en el original toda la información recabada corresponde a datos disponibles on-line. En Uruguay estos datos referentes a proyectos que deben presentar ante el MVOTMA, como la *Evaluación de Impacto Ambiental*, se encuentran en formato papel, el interesado debe trasladarse a las oficinas de Ciudad Vieja en Montevideo para acceder a ellos, el derecho al acceso es de tres días corridos.

Criterio	Grado de madurez
1-Gestión de datos	Reactivo
2- Calidad del conocimiento de impactos y oportunidades	Reactivo
3-Información específica de sitios de alto riesgo	Reactivo
4- Marcos normativos, legislación y guías sobre MAs	Vulnerable
5- Marcos normativos, legislación y guías para la prevención de MAs	Compatible
6- Programas de evaluación y priorización del riesgo	Vulnerable
7- Sistemas de Gestión de MAs	Vulnerable
8- Financiación	Vulnerable
9- Usos post-mina de la propiedad	Proactivo
10- Conservación del legado minero como patrimonio	Reactivo
11- Oportunidades secundarias/complementarias de minería	Compatible
12- Asociación para obtener recursos y para la investigación	Vulnerable
13- Involucramiento de todas las partes interesadas	Reactivo
14- Comunicación y redes	Vulnerable

Figura 19 - Resumen de los resultados del modelo de madurez aplicado al Uruguay

La aplicación del modelo de madurez muestra una fotografía instantánea de la actual gestión de las MAs en Uruguay. A pesar de no contar con un sistema de gestión del legado minero propiamente dicho, es posible determinar las características que presenta el país al momento

de enfrentarse con MAs. En las figuras 11 (capítulo 6.1) y 19, se observa la distribución de los grados de madurez aplicado al Uruguay, donde predominan los grados Vulnerable y Reactivo.

En el caso del grupo correspondiente a la categoría Vulnerable, los criterios que presentan este grado de madurez tienen una característica en común: se encuentran enmarcados bajo la definición de lo que es una Mina Abandonada y en lo que sería un sistema de gestión de estas, o al menos una proyección de dicho sistema. Particularmente, los criterios cuatro, seis, siete y ocho se alojan directamente en el concepto de MA y parten de la base de una responsabilidad al menos compartida entre el Estado y demás partes interesadas por los sitios de legado minero existentes. Debido a que el legado minero no es contemplado en ningún marco normativo uruguayo como entidad propia, no existe un sistema de respaldo para estos sitios, por lo tanto, no existen programas de evaluación y priorización del riesgo que supone el legado minero ni un sistema de financiación para la remediación de las MAs. Los criterios doce y catorce resultan vulnerables debido a que esta base conceptual y normativa no existe, si no se reconocen las MAs como tales no habrá asociaciones de instituciones para financiar y llevar a cabo investigaciones sobre ellas, y consecuentemente si no hay datos técnicos no hay información para transmitir a la sociedad o a la comunidad científica. Lo más problemático de este grado de madurez es la aceptación de los incidentes que ocurren vinculados a las MAs, que no sólo muestra un sistema basado en la acción-reacción, sino que es un sistema que olvida y no cuida. El primer paso para salir de la vulnerabilidad en estos criterios sería el reconocimiento del concepto de Mina Abandonada, ya que su propia definición revela la responsabilidad compartida por esta clase de pasivos ambientales.

El segundo grado de madurez dominante es el Reactivo en los criterios uno, dos y tres los cuales son criterios referentes a la calidad y gestión de la información sobre sitios de MAs, y diez y trece que refieren a la conservación y al involucramiento de todas las partes interesadas, dos criterios que reflejan la actitud del Estado y la sociedad hacia esta temática. En este trabajo se consideró el sistema de gestión de datos, la calidad del conocimiento de impactos y oportunidades y la información específica de sitios de alto riesgo para minas y canteras abandonadas previo al 2004 (cuando se regula la ley 16.466 de Medio Ambiente, aprobada en 1994).

El común denominador en lo que refiere a este tipo de información es la existencia de un problema ya establecido y una comunidad afectada que pide respuestas (criterio trece: involucramiento de todas las partes interesadas). El criterio más difícil de comprender entre los de madurez reactiva es el de la conservación del legado minero como patrimonio (diez), ya que implica el reconocimiento de la memoria colectiva de la sociedad y de los valores socioculturales adjudicados al sitio o la localidad. Actualmente en Uruguay la conservación de sitios mineros

abandonados como patrimonio histórico se da en casos particulares y por iniciativas privadas, en general. Este grado de madurez tiene como aspecto positivo la tendencia a la búsqueda de la prevención de incidentes similares al que desencadenó la respuesta, y como aspecto negativo la propagación de la cultura de culpa en vez de la de cuidado.

En menor medida se obtuvieron resultados de grado Compatible en los criterios cinco y once, lo cual significa que en materia de prevención de sitios con las características de MAs (criterio cinco), existe cierta participación y concientización del Estado y la población como parte de la cultura nacional. En lo que refiere al criterio once sobre la existencia de oportunidades secundarias o complementarias de minería, el resultado del análisis muestra ser compatible ya que hay varios casos de reapertura de minas y reutilización de estériles/escombreras; sin embargo, el nuevo título minero y la Autorización Ambiental de Operación no adquieren la totalidad de las responsabilidades del sitio ya que se considera el nivel de base en t_n , cuando ya existían riesgos y/o impactos en el sitio.

Finalmente, el criterio nueve sobre los usos post-mina de la propiedad tiene un grado de madurez correspondiente a Proactivo, con más de tres sitios que presentan un uso posterior a la actividad extractiva. Para el análisis de este criterio no se tomó en cuenta el uso agropecuario de la propiedad, salvo que la MA hubiese servido con un propósito en particular a la actividad, por ejemplo: una cantera transformada en represa para riego o para piscicultura. El grado Proactivo implicaría niveles más altos de comunicación y concientización por parte del Estado y la sociedad de los que existen actualmente; sin embargo, el número de sitios que funcionan posteriormente a la actividad minera (a pesar de tener limitaciones) es suficiente para considerar que, en este criterio en particular, hay partes interesadas cooperando y buscando opciones de optimización del manejo de estos recursos.

Para la evaluación del modelo de madurez se formularon dos preguntas básicas; en primer lugar, considerar si cumple con los requisitos fundamentales para la evaluación del actual sistema (haciendo a un lado la existencia o no de un programa de gestión de MAs), y por otra parte si el resultado puede considerarse lo suficientemente objetivo para tomarse como válido. La respuesta a la primera interrogante sería afirmativa, debido a que de los catorce criterios del modelo de madurez planteado sólo dos [SNM2] hacen referencia directa a las MAs mientras que los doce restantes no dependen de la definición de estas. No se considera que estos dos criterios resulten en el sesgo del modelo total, sino que le adhieren un valor objetivo al mismo sin perjudicar realmente el resultado final. El criterio número cuatro “Marcos normativos, legislación y guías sobre MAs” si bien se enmarca en la definición de lo que es una mina abandonada, no queda ligado totalmente a esta. El modelo de madurez actual no restringe la

posibilidad de que a corto plazo mejore, es una herramienta que evalúa un sistema y el objetivo es la mejora de este.

Sistema de Análisis Preliminar de Riesgo (SAPR)

Las fichas de Inventario de Minas Abandonadas (IMAs) presentadas en este trabajo han sido diseñadas específicamente para el procedimiento de inspección y adquisición de datos de MAs para el Uruguay. Se tuvieron en cuenta las características generales más conspicuas de la minería uruguaya y la realidad tanto normativa como social del país.

El diseño de las fichas de IMAs fue puesto a prueba en ocho diferentes sitios (MAs), comprobando ser eficiente en tiempo e información recabada. Asimismo, se encuentran ordenadas de forma que la secuencia en que los datos que se van colectando tengan coherencia con la información requerida. La división de entradas de información por secciones facilita esta labor, teniendo además la posibilidad de completar ciertos campos de forma previa y/o posterior. Todo esto busca garantizar que el uso de este material sea sencillo e intuitivo para quien lo completa.

Particularmente, la recopilación de datos de las inspecciones a los sitios elegidos ofrece la oportunidad de sacar una serie de análisis tipo de lo que se podría hacer a mayor escala con la inspección de más sitios. En el caso de los ocho sitios visitados se puede, con la información obtenida de la ficha sin mayor procesamiento de datos, sacar ciertas conclusiones generales y distribuciones de caracteres generales de estos.

Entre los sitios inspeccionados predominan las extracciones de materiales de construcción, algo coherente con la actividad minera histórica y actual del departamento. Algunas de las características compartidas por la totalidad de las MAs visitadas es la falta de advertencias (cartelería), y alambrados o cercas, la presencia de agua en los pozos (25% de los sitios totalmente inundados y un 75% parcialmente inundados) con valores de pH que no identifican drenaje ácido de mina, y en el sitio UYSJ0002 es elevado para considerarse potable debido, probablemente, a las litologías de la zona, aunque no se tienen datos del nivel de base de las aguas subterráneas de la zona como para poder descartar o no la afectación de las aguas subterráneas por el sitio estudiado. Estos datos dan pautas de qué riesgos puede haber en el sitio, como por ejemplo caídas y ahogamientos en los pozos inundados y sin advertencias/cercos, pero también sirven fuera del SAPR para identificar posibles usos posteriores de la MA como por ejemplo, ser una reserva de agua para riego o un medio para la piscicultura, incluso como parque acuático.

Todos los sitios visitados se relacionan con cuerpos de agua naturales, esto puede significar en ciertos casos un mayor riesgo ya que esta comunicación con otros sistemas implica la existencia de un mecanismo de exposición al riesgo para receptores más lejanos. Las evidencias de visitantes también dan pautas de reconsiderar en ciertos casos la probabilidad de que el receptor humano esté en el sitio con mayor frecuencia de lo esperado, lo cual aumenta el riesgo.

Las fichas de inventariado de MAs propuestas se evaluaron en función de:

- Estar diseñadas para un procedimiento específico.
- Ser sencillas e intuitivas para quien las completa.
- Estar ordenadas de forma que la secuencia en que los datos que se vayan colectando tenga coherencia con la información requerida en la forma.
- Garantizar la eficiencia del método en tiempo e información recabada.

Las fichas resultaron ser eficientes en la práctica, reduciendo el tiempo de estadía en cada sitio visitado gracias a la especificidad de los campos a completar, esto mismo podría resultar en una limitante a la hora de asistir a un sitio donde las características particulares son extremadamente diferentes a las de los sitios analizados.

Como se mencionara previamente, los riesgos más conspicuos son los físicos y entre estos, el colapso de taludes. Esto tiene importancia debido a que las corrientes de mejora y tendencia al desarrollo sustentable por parte de la minería han puesto más énfasis en otros frentes como el drenaje ácido, y relativamente poco en los problemas físicos.

Siguiendo con el proceso del SAPR, se caracterizan los riesgos para cada componente del sitio de MA de forma de identificar el impacto potencial, este paso es importante porque para poder estimar la importancia de un riesgo primero se debe saber en qué consiste y de qué forma podrá afectar a sus posibles receptores. Caracterizar cada riesgo es importante para luego asignarle sus receptores individuales, su probabilidad y también la severidad. Sin caracterización, cada riesgo potencial se encontraría formando parte de un riesgo único y abstracto al cual no sería posible asignarle de forma confiable ninguna característica propia. Si bien uno de los principales objetivos del método propuesto es la eficiencia en el uso del tiempo, el no caracterizar y analizar los riesgos individualmente, tendría como consecuencia que la incertidumbre de los valores de la matriz de riesgo sea demasiado grande como para utilizarlos en el análisis.

El proyecto se enfrentó a la necesidad de reducir los receptores, lo que se pudo hacer mediante el filtrado por la distancia sobre todo en lo que concierne a riesgos físicos, los riesgos de contaminación son más difíciles de contener localmente y muchas veces sus características

acumulativas resultan en mayor riesgo cuando dos o más sitios de MAs se afectan mutuamente aumentando el riesgo neto de contaminación (riesgo por proximidad).

En este proyecto, a los receptores humanos, medioambientales y económicos se ha decidido agregar la categoría humano-social. Los receptores que caen dentro de humano-social son históricos, sociales y culturales en los cuales aplican otras reglas de asignación de valores a las localidades. Un ejemplo que tiene lugar en otros países es el valor de un sitio como “sagrado” para los nativos (Bond, 2009), este valor adjudicado por esa sociedad al lugar es subjetivo, pero no menos susceptible al daño y, en definitiva, como se ha visto en la última década, no es menos importante que los valores más objetivos como la integridad física de las personas o los valores medioambientales. En Uruguay también se adjudican este tipo de valores a diferentes lugares, muchas veces comienza como un simple valor de la belleza del paisaje y termina convirtiéndose en un lugar de visita obligatoria para los locales o los turistas, adquiriendo con el tiempo un valor mucho mayor en el aspecto humano-social. Ejemplos uruguayos de sitios con valores humano-sociales son el Parque Rodó, las ramblas, la playa de la Agraciada y la Meseta de Artigas, entre otros.

El “endstate” o estado final apropiado para un sitio es la condición física alcanzada al completarse las actividades de remediación y limpieza, tiene como principios reducir el riesgo residual lo máximo posible en la práctica. Se llega a ese punto cuando se puede demostrar que el costo de seguir reduciendo el riesgo resulta desproporcionado al beneficio adquirido.

El SAPR no está diseñado para definir el estado final de un sitio; sin embargo, se pueden tomar los criterios y delinear los controles de forma de facilitar el trabajo en las próximas etapas. Los principales aspectos a tener en cuenta cuando se definen posibles criterios para fijar los objetivos de la remediación y de estado final son: el uso de la tierra post-remediación, el medio o sustratos con los que se trabajará, la seguridad pública y salud humana, y los componentes ecológicos valiosos.

El índice de probabilidad tiene como factor principal la ocurrencia o no del incidente, pero también se refleja en este la probabilidad respecto al receptor. Esto significa que si existe un riesgo que es alto pero cuyo receptor no es muy probable que se encuentre en el sitio, el IP resultante para ese receptor deberá ilustrar esa relación. Si una mina tiene taludes muy inestables y se está calculando el IP del riesgo para el ser humano como receptor, y no hay evidencias de visitantes, la probabilidad de que dicho riesgo afecte a una persona será baja o despreciable. Sin embargo, la probabilidad de que afecte al medio ambiente ya sea fauna o flora local, es mucho mayor y por lo tanto el IP será alto. En caso de que los taludes sean un poco

inestables, el IP podría bajar a moderado debido a que la frecuencia de desplome en época de lluvias afectará también el IP.

Un ejemplo práctico de diferentes valores otorgados al IP y la severidad en un mismo riesgo para dos sitios distintos se observa en UYSJ0006 y UYSJ0007 (ver capítulo 6.4). Ambas MAs presentan evidencias de visitantes (residuos), pero una se encuentra adyacente a una población y la otra se encuentra a aproximadamente 400 m de una casa aislada (propietarios). Esto quiere decir que el riesgo que presentan los residuos dispuestos en el sitio UYSJ0007 es mayor a la salud y seguridad humana que la que representa el otro sitio. Es por esto que un riesgo se analiza para cada receptor y no en general.

Probablemente de los pasos del SAPR el más difícil de realizar sea establecer el IP y la severidad de cada riesgo para cada receptor, para algunos riesgos y receptores existen medidas y estándares, pero para muchos no hay y por lo tanto es en esta parte que hay un porcentaje de subjetividad por parte de quien realiza el análisis. La severidad tiene un componente importante de subjetividad, ya que para muchos incidentes no hay un valor estipulado, sumando el hecho de que para cada receptor varía el significado de esta. Entre todos los demás pasos, la severidad demuestra la necesidad del trabajo interdisciplinario en este tipo de estudios.

En este trabajo, por ejemplo, un riesgo que afecta a la seguridad humana de tal forma que puede causar la pérdida de una vida o la lesión permanente del individuo se considera catastrófico. Por esto es importante que el responsable de realizar este trabajo sea una persona calificada, idealmente un grupo interdisciplinario.

La aplicación de la matriz de riesgo no presentó mayores dificultades una vez los riesgos tuvieron su IP y severidad determinados. El objetivo de la matriz es simplificar el trabajo de asignar el valor de cada riesgo para poder obtener el valor final de cada sitio. A este efecto la matriz demostró ser un transformador de valores conceptuales a numéricos apropiado, como lo sugieren múltiples trabajos (Hasheela *et al.*, 2014; SAIEA, 2010; ASGMI, 2010; SERNAGEOMIN, 2007).

El Sistema de Análisis Preliminar de Riesgo (SAPR) fue concebido teniendo en cuenta las especificaciones y estándares de sistemas de análisis, guías de sitios de legado minero, marcos de gestión de minas abandonadas y sistemas de recolección de datos de distintos países. Las metodologías estudiadas y la línea de base provista mediante el modelo de madurez le dan forma al sistema propuesto.

Sistema de Clasificación y Priorización del Legado Minero

Una vez terminado el SAPR los datos son ordenados en el Sistema de Clasificación y Priorización del Legado Minero. En este sistema se trabaja en dos etapas cuyos resultados no son necesariamente iguales. La primera se trata de clasificar al sitio en una clase, las clases se diferencian entre sí por la existencia de diferentes severidades y probabilidades de riesgo en los sitios, mientras que la segunda es un ranking de priorización de los sitios cuyo valor depende del total de puntos obtenidos por el sitio en el SAPR y un análisis cualitativo donde entran las clasificaciones de las MAs. Esta distinción es importante ya que se puede tener un sitio Clase B con una puntuación mucho mayor a un sitio Clase A2, por ejemplo, y aquí se deberá analizar de forma detenida el valor real de riesgo de los sitios entre sí. En el caso de los sitios visitados, el UYSJ0002 obtuvo una puntuación total de 57 y se clasificó como A1 con lo cual se lo puso en el primer puesto del ranking, mientras que el sitio UYSJ0006 que también obtuvo 57 puntos y quedó en segundo lugar al ser clasificado como Clase A2. En la relación de la posición de estos dos primeros puestos se puede ver un ejemplo de armonía entre la puntuación total de la matriz de riesgo del SAPR y las clases del Sistema de Clasificación, donde la clase A1 tiene mayor prioridad frente a una A2. Sin embargo, en el caso de los sitios UYSJ0001 (A2 y 53 puntos) y UYSJ0008 (B y 55 puntos) lo que se hizo fue una ponderación del riesgo frente a la probabilidad de ocurrencia para receptores humanos, el sitio UYSJ0008 se encuentra adyacente a una población importante mientras que el UYSJ0001 tiene cercanía a casas aisladas en un radio de 1 km. De esta forma, el sitio UYSJ0008 se colocó en el tercer puesto mientras que UYSJ0001 obtuvo el cuarto lugar.

A pesar de considerar que el sistema de clasificación funciona de forma aceptable, se propone utilizar los puntos de la matriz de riesgo para la generación de un ranking de priorización. Las MAs pertenecientes a la categoría C no se deben tomar en cuenta para la lista de priorización. El sistema de clasificación no necesariamente respeta el ranking de sitios prioritarios, ya que las clases se definen en función de la existencia o no de ciertos riesgos con un índice de probabilidad y severidad específicos, mientras que los puntos totales de las matrices de riesgo pueden dar mayores valores para clases inferiores. Se observó que, además de la cercanía en valores de la clase A (1 y 2), también ciertos sitios de clase B pueden presentar un puntaje similar. En el caso de este trabajo, un sitio clase B superó en puntos a uno clase A2. La razón por la cual queda el sitio B con mayor prioridad frente al A2 es que, al reconsiderar los riesgos y los receptores el sitio B representaba un mayor riesgo debido a la cercanía de una zona poblada. Se recomienda que, para trabajos donde se analizan mayor número de sitios, las clases A y B sean consideradas en listas de ranking diferentes, y luego se reconsideren aquellas de tipo B con mayores puntajes,

sobre todo si los puntos sobrepasan los de la media de A2 y la cercanía a los receptores humanos sea mayor.

La importancia de comprender los mecanismos de exposición, la identificación correcta de los receptores, el darle el valor apropiado al índice de probabilidad (o la frecuencia) y la severidad, se fundamenta en la necesidad del manejo eficiente de los recursos como el tiempo y el dinero de todas las partes interesadas para gestionar el legado minero. Este trabajo no sólo recaba datos para la prevención de riesgos, sino que también es su objetivo generar una base de datos que pueda servir para incentivar el uso de estos sitios como activos económicos, culturales y/o medioambientales.

Lineamientos de una base de datos del Legado Minero en Uruguay

Uno de los objetivos de esta investigación fue definir los lineamientos que debería tener una base de datos del legado minero en Uruguay, para ello se estudiaron los casos de Inglaterra (Coal Authority, 2014), Estados Unidos (BLM, 2014; USGIN, 2018; OSMRE, 2018), Australia (Government of Western Australia, 2018), Canadá (NOAMI, 2018), Chile (SERNAGEOMIN, 2007) y Serbia (Stankovic *et al.*, 2016; Provincial Secretariat for Energy and Mineral Resources, 2018). Las fichas de inventario se diseñaron tomando en cuenta los atributos (datos no espaciales) que son importantes de acuerdo con estas fuentes, aparte de la información necesaria para el análisis de riesgo.

Una de las características más importantes que debe tener un sistema de información de legado minero es el libre acceso al público, con niveles de acceso diferenciales para el público en general y para usuarios autorizados, respetando las normas legales existentes. El sistema debe asegurar el acceso a información segura y confiable, y garantizar el uso eficiente y flexible de la información. Este último punto se logra al hacer una webGIS interactiva, con posibilidad por parte del público de denunciar nuevos sitios y de enviar información adicional al gestor del sistema. A su vez, además de la información espacial se deben incorporar el resto de datos no espaciales, o atributos, los cuales se dividen en secciones como la ficha de IMAs. Sumado a los datos provenientes de las fichas, se deben agregar fotografías de los sitios.

En la página de la base de datos del legado minero, deben estar disponibles también la lista del ranking de priorización, los criterios de evaluación de las MAs y los reportes correspondientes a la actividad del organismo gestor.

8. Conclusiones

Dentro del objetivo general, este trabajo logró aplicar al Uruguay el concepto de mina abandonada (MA), separando lo que son las MAs de otros tipos de pasivos ambientales mineros, marcando como principal diferencia la falta de capacidad de ligar al responsable con el sitio en el caso de las MAs. El legado minero, como fue discutido en el trabajo, tiene varias definiciones según los distintos autores; sin embargo, en este trabajo se toman como legado minero a las MAs y aspectos asociados a ellas, cuya rehabilitación incompleta o falta de ella resulta en efectos negativos sobre el medioambiente y las comunidades, pero que, a su vez constituyen un recurso potencial tanto económico, cultural y medioambiental para el país.

El resultado general del modelo de madurez, que indica el grado de eficiencia y desarrollo del sistema y las políticas públicas con relación al legado minero, muestra que la gestión de los sitios que entran en la definición de MA se sitúa entre los valores vulnerable y reactivo. Esto demuestra que el país se encuentra en una situación en la que reacciona a los incidentes desencadenados por la existencia de las MAs una vez que suceden y que las partes interesadas (sobre todo la sociedad) piden la toma de acciones. Sin embargo, se resalta la disposición del Uruguay para prevenir la creación de nuevos pasivos mineros, como queda estipulado en el modelo de madurez, este punto en particular resulta compatible con un buen sistema de gestión. El país ha tomado curso hacia un mejor desempeño en el desarrollo sustentable para proyectos a futuro, pero el problema de los pasivos mineros anteriores a estas resoluciones y regulaciones de los marcos normativos que velan por el medio ambiente no ha sido contemplado aún. El modelo de madurez propuesto demostró ser lo suficientemente objetivo como para ser válido y posee los requisitos fundamentales para evaluar el estado actual y futuro del sistema de gestión del legado minero.

El presente trabajo logró construir una guía adaptada al Uruguay para la identificación, clasificación y priorización del legado minero. La misma se compone de dos sistemas, el Sistema de Análisis Preliminar de Riesgo (SAPR) y el Sistema de Clasificación y Priorización del Legado Minero.

Dentro del SAPR, las fichas de Inventariado de MAs demostraron ser una herramienta sencilla y eficiente en cuanto al uso del tiempo, el orden de las secciones facilitó las labores de toma de datos. A su vez, se comprobó que la calidad y cantidad de la información recopilada en las fichas es suficiente para llevar adelante la evaluación del riesgo para los sitios, así como también brinda información valiosa para posibles usos futuros de cada sitio. Se considera también que el trabajo

integrado de más áreas del conocimiento mejoraría la calidad de la información obtenida al agregar nuevas secciones referidas, por ejemplo, a la fauna, flora y poblaciones adyacentes, entre otros. El procesamiento y análisis de los datos obtenidos dentro del SAPR fueron las etapas que más tiempo involucraron, como era esperado. Como grandes obstáculos se identificaron, por una parte, el gran número de riesgos caracterizados para lo cual se recurrió a la re-identificación de aquellos más conspicuos e importantes, si bien caracterizar los riesgos no resultó en sí mismo una tarea difícil. Asimismo, la definición de los valores del índice de probabilidad y la severidad resultó ser el paso más sensible del sistema. La matriz de riesgo demostró estar en vigencia, brindando resultados que son fáciles de interpretar y utilizar en los siguientes pasos del trabajo. También la diferencia entre los valores de cada sitio para los distintos riesgos caracterizados demostró la necesidad de aplicar la matriz de riesgo a cada uno por separado, como se plantea en este estudio.

La clasificación de MAs en las clases A1, A2, B y C está basada en clasificaciones de otros países, pero adaptada para lo que es el Uruguay. Se concluye que funciona de forma aceptable, pero se propone dar mayor importancia a los puntos totales para el ranking de priorización salvo excepciones que deban ser analizadas de forma cualitativa. Para trabajos donde se analizan mayor número de sitios, se recomienda que las clases A y B sean consideradas en listas de ranking diferentes, y luego se reconsideren aquellas de tipo B con mayores puntajes, en caso de que los puntos sobrepasen los de la media de A2 y la cercanía a los receptores humanos sea mayor.

El desarrollo de un catastro de MAs es una función que debería existir en la actual gestión de recursos minerales y gestión ambiental del país. Varios organismos estatales cuentan ya con visualizadores de datos espaciales, por lo cual adherir a esas plataformas la información del legado minero reduciría los costos de generar un nuevo servidor para esta base de datos. Se define como la característica más importante la transparencia en el formato y calidad de los datos, tanto para la búsqueda de información espacial como de atributos de las MAs. Se destaca la importancia de la categorización de la información en “acceso libre” y “acceso autorizado o restringido”, ya que la transparencia no implica que toda la información sea plausible de ser compartida al público, como se especifica en las normas correspondientes. Se recomienda que la base de datos sea interactiva, de forma de poder denunciar sitios nuevos o enviar información adicional a los analistas sobre sitios ya ingresados, lo cual garantizaría el uso eficiente y flexible de la información.

Si bien el legado minero uruguayo es pequeño en comparación a muchos otros países, esto no lo hace menos importante. En un tiempo en el que la población mundial y la demanda crecen,

donde la percepción del cuidado del medio ambiente y de los valores naturales de los sitios se hace cada vez más común, es necesario identificar aquellos pasivos que se pueden transformar y ser activos económicos, culturales y/o medioambientales. Reconocer los riesgos que presenta un sitio determinado también puede significar reconocer los valores y potencialidades de este. Este trabajo plantea la necesidad de reconocer el problema del legado minero no sólo por el riesgo que implica, sino también por las oportunidades que puede significar a futuro.

La presente tesis representa un trabajo original respecto al legado minero en Uruguay, aportando nuevo conocimiento sobre una temática no explorada hasta el momento en nuestro país. El establecimiento de una línea de base permitirá, en el futuro, realizar un análisis sobre la evolución del sistema de gestión de legado minero en el país pudiendo establecer mejores parámetros para la toma de decisiones acerca de esta temática y de otras como ser mejoras en los requisitos de medidas de mitigación para emprendimientos activos. Por otra parte, la generación de una guía de clasificación adecuada a las necesidades del Uruguay permitirá ampliar el conocimiento sobre las MAs, categorizarlas y generar una base de datos que pueda funcionar a la vez como un sistema de gestión de MAs y como una bolsa de activos potenciales para su uso futuro ya sea productivo, educativo, social o ambiental.

Referencias Bibliográficas

- Abbadie, L. (2010) **La minería en Uruguay. Evolución, balance y perspectivas en el período 1880-2010**. Ponencia en las Quintas Jornadas de Investigación AUDHE. Universidad de la República.
- Abraham, J., Dowling, K., Florentine, S. (2018) Assessment of potentially toxic metal contamination in the soils of a legacy mine site in Central Victoria, Australia. **Chemosphere** [on line] 192: 122-132. DOI <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.150>
- ANCAP (2019) **Reseña Histórica** [on line] Disponible desde ><https://www.ancap.com.uy/innovaportal/v/93/1/innova.front/resena-historica.html>< [04/06/19]
- Arcaus Costa, Aparicio (2015) **La Calera Real del Dacá. Aproximación a la construcción del Espacio**. Anuario de Antropología. Universidad de la República. ISSN 1688-8774
- ASGMI (2010) **Pasivos ambientales mineros. Manual para el inventario de minas abandonadas o paralizadas**. Barquisimeto. Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos.
- Auditor-General South Africa (2009) **Report of the Auditor-General to Parliament on a performance audit of the rehabilitation of abandoned mines at the Department of Minerals and Energy**. AGSA. Sudáfrica.
- Aydin, C., Ozkaynak, B., Rodriguez-Labajos, B., Yenilmez, T. (2017) Network effects in environmental justice struggles: An investigation of conflicts between mining companies and civil society organizations from a network perspective. **PLOS ONE** [on line] 12 (7): e0180494. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180494>
- Barrial Posada, Clemente. (1890) **Título de Propiedad de los Minerales de la Región Aurífera de Tacuarembó y de la Zona Cuprífera de Yucutujá del departamento de Salto**. Imprenta El Siglo Ilustrado. Montevideo.
- Bond, Carol J. (2009) **Land, Sacred Sites and Mining: constructing dialogue to reduce conflict between Transnational Mining Companies and Indigenous/Rural Peoples**. Degree of Master of International Studies, School of Political Science and International Studies, University of Queensland.

- Bureau of Land Management (2013) **Abandoned Mine Lands: a new legacy**. BLM/WO/GI-13/007-3720 [online] Disponible desde <www.blm.gov/wo/st/en/prog/more/Abandoned_Mine_Lands.html> [14/05/2017]
- Bureau of Land Management (2014) **Abandoned Mine Land Inventory Study for BLM-Managed Lands in California, Nevada, and Utah: Site and Feature Analysis**. Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Operations Center, Denver, CO.
- Cernuschi, F. (2014) Minería en Uruguay: Materias primas, minería y reciclaje en el mundo. **Uruguay Ciencia** (18): p10 a 15.
- Childs, J. (2016) Geography and resource nationalism: A critical review and reframing. **The Extractive Industries and Society**. [on line] 3: 539-546. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.exis.2016.02.006>
- Crane, R.A., Sinnett, D.A., Cleall, P.J., Sapsford, D.J. (2016) Physicochemical composition of wastes and co-located environmental designations at legacy mine sites in the south west of England and Wales: Implications for their resource potential. **Resources, Conservation and Recycling** [on line] RECYCL3330: 18 páginas. DOI dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.08.009
- Coal Authority (2014) **Abandoned Mines Catalogue Metadata**. Coal Authority. Disponible desde <<https://www.gov.uk/government/publications/coal-mining-data-abandoned-mines-catalogue>> [23/09/2018]
- Comisión Interpartidaria para el Análisis Estratégico de la Minería de Gran Porte (2011) **Situación actual de la Minería en Uruguay**. Comisión Interpartidaria para el Análisis Estratégico de la Minería de Gran Porte. MIEM.
- Damigos, D., Kaliampakos, D. (2003a) Environmental Economics and the Mining Industry: Monetary benefits of an abandoned quarry rehabilitation in Greece. **Environmental Geology**. 44: 356-362.
- Damigos, D., Kaliampakos, D. (2003b) Assessing the benefits of reclaiming urban quarries: a CVM analysis. **Landscape and Urban Planning**. 64: 249-258.
- Directrices Departamentales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de San José (2010) **Evaluación Ambiental Estratégica**. Directrices Departamentales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de San José. DINOT – Gobierno

- Departamental de San José. Disponible desde < http://www.imsj.gub.uy/otyma/EVALUACION_AMBIENTAL ESTRATEGICA.pdf > [01/02/2019]
- Doley, D., Audet, P., Mulligan, D. (2012) Examining the Australian context for post-mined land rehabilitation: Reconciling a paradigm for the development of natural and novel ecosystems among post-disturbance landscapes. **Agriculture, Ecosystems and Environment** [on line] 163: 85-93. DOI [dx.doi.org/10.1016/j.agee.2012.04.022](https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.04.022)
- Emili, L., Pizarchik, J., Mahan, C. (2016) Sustainable Remediation of Legacy Mine Drainage: A Case Study of the Flight 93 National Memorial. **Environmental Management** 57: 660-670.
- Ene, G.E., Okogbue, C.O. (2016) Geological and geotechnical assessment of some derelict barite fields in the Abakaliki Basin, Nigeria. **Environmental Earth Science** [on line] 75: 1419. DOI [10.1007/s12665-016-6170-8](https://doi.org/10.1007/s12665-016-6170-8)
- Erskine, P., Fletcher, A. (2013) Novel ecosystems created by coal mines in central Queensland's Bowen Basin. **Ecological Processes** [on line] 2:33. DOI <https://doi.org/10.1186/2192-1709-2-33>
- European Commission. (2013) Annex II: Product Environmental Footprint (PEF) **Guide to Commission Recommendation on the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of the products and organizations**. Publications Office of the European Union.
- Fernández, J.P., García-Lengomín, A., Suárez-Lázare, C.J. (2010) New concepts in reassessing mining heritage: A study and its implications from the Ancient Iron Mine of Llumeres (North Spain). **Journal of Cultural Heritage** [on line] 11: 172-179. DOI: [10.1016/j.culher.2010.01.001](https://doi.org/10.1016/j.culher.2010.01.001)
- Fok, L., Peart, M.R., Chen, J. (2013) The influence of geology and land use on the geochemical baselines of the East River basin, China. **Catena** [on line] 101: 212-225. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2012.09.008>
- Foster, P., Hault, S. (2013) The Safety Journey: Using a Safety Maturity Model for Safety Planning and Assurance in the UK Coal Mining Industry. **Minerals** 3:59-72.
- Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D., Ewing, B., Giljum, S. (2012) Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a "Footprint Family" of indicators:

Definition and role in tracking human pressure on the planet. **Ecological Indicators** 16: 100-112. DOI: 10.1016/j.ecolind.2011.06.017

GEF (2018) **Mercury-free Mining: UNDP, GEF and the Government of Peru Work Together to Reduce the Use of Mercury in Artisanal and Small-Scale Gold Mining**. Disponible desde <<https://www.thegef.org/news/mercury-free-mining-undp-gef-and-government-peru-work-together-reduce-use-mercury-artisanal-and>> [01/12/2018]

Government of Western Australia (2018) **Abandoned Mines Program**. Department of Mines, Industry Regulation and Safety, Government of Western Australia. Disponible desde <<http://www.dmp.wa.gov.au/Environment/Abandoned-mines-projects-18193.aspx>> [01/12/2018]

Hasheela, I.; Schneider, G.I.C.; Ellmies, R.; Haidula, A.; Leonard, R.; Ndalulilwa, K.; Shigwana, O.; Walmsley, B. (2014) Risk assessment methodology for shut-down and abandoned mine sites in Namibia. **Journal of Geochemical Exploration** [on line] 144: 572-580. DOI <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.05.009>

Hustrulid, William A.; Mero, John L.; Clark, George B. (2017) **Mining**. Encyclopædia Britannica. Encyclopædia Britannica inc. Disponible desde <<https://www.britannica.com/technology/mining>> [29/05/18]

ICMM (2008) **Planning for integrated mining closure toolkit. International Council on Mining and Metals**. Londres, Reino Unido.

Jarvis, A., Hill, S., Potter, H., Thorne, P., Mayes, W. (2014) Prioritization of Abandoned Non-coal Mine Impacts on the Environment. **CL:AIRE** research bulletin. RB18. ISSN 2047-6450

Johnston, D., Potter, H., Jones, C., Rolley, S., Watson, I., Pritchard, J. 2008. **Abandoned Mines and the Water Environment**. Environment Agency. Reino Unido.

JORC (2012) **Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves**. The JORC Code [on line] Disponible desde <<http://www.jorc.org>> [03/03/2017]

Kemp, D., Worden, S., Owen, J. (2016) Differentiated social risk: Rebound dynamics and sustainability performance in mining. **Resources Policy** [on line] 50: 19-26 DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.08.004>

- Kingsmere Resource Services Inc. (KRS) (2015) **Key Criteria for the Effective Long-Term Stewardship of Closed, Orphaned/Abandoned Mine and Mineral Exploration Sites**. NOAMI. Canadá.
- Kingsmere Resource Services Inc. (KRS) (2016) **Orphaned and Abandoned Mines: Risk Identification, Cost Estimation and Long-term Management**. NOAMI. Canadá.
- Koca, M., Kincal, C. (2004) Abandoned stone quarries in and around the Imzir city centre and their geo-environmental impacts- Turkey. **Engineering Geology** 75:49-67.
- Kubit, O., Pluhar, C., De Graff, J. (2015) A model for prioritizing sites and reclamation methods at abandoned mines. **Environmental Earth Science** [on line] 73: 7915 – 7931. DOI <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-014-3949-3>
- Lei, K., Pan, H., Lin, C. (2016) A landscape approach towards ecological restoration and sustainable development of mining areas. **Ecological Engineering** [on line] 90: 320-325. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.01.080>
- Leslie, A. G., Browne, M.A.E., Cain, T., Ellen, R. (2016) From threat to future asset- The legacy of opencast Surface-mined coal in Scotland. **International Journal of Coal Geology** [on line] 164: 123-133. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.coal.2016.06.017>
- Lima, A., Mitchell, K., O'Connell, D., Verhoeven, J., Van Cappellen, P. (2016) The legacy of surface mining: Remediation, restoration, reclamation and rehabilitation. **Environmental Science and Policy** [on line] 66: 227-233. DOI <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.07.011>
- Macedo, G. (2016) **Rehabilitación de canteras y su entorno en el Municipio de La Paz**. Tesis de Licenciatura, Universidad de la República.
- Maeso, J. (1882) **Las riquezas minerales de la República Oriental del Uruguay**. Tomo I. Tipografía de El Bien Público. Uruguay.
- Managing Mining Legacies Forum. 2012a. Australia. **British Columbia Crown Contaminated Sites Program**. British Columbia Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations.
- Managing Mining Legacies Forum. 2012b. Australia. **Site Identification and Prioritization in British Columbia**. British Columbia Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations.

- Martinez, G.P, Cruz, L.C. (2015) **Selección e implementación de una metodología para la identificación y valoración de pasivos ambientales mineros, con aplicación a un estudio de caso**. Tesis de grado, Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad de La Salle. Colombia.
- Martinez-Alier, J. (2001) Mining conflicts, environmental justice, and valuation. **Journal of Hazardous Materials** [on line] 86: 153-170. DOI <[https://doi-org.proxy.timbo.org.uy/88/10.1016/S0304-3894\(01\)00252-7](https://doi-org.proxy.timbo.org.uy/88/10.1016/S0304-3894(01)00252-7)> (01)00252-7
- MCMPR/MCA (2010) **Strategic Framework for managing abandoned mines in the minerals industry**. Ministerial Council on Mineral and Petroleum Resources, Canberra. Disponible desde <<https://www.industry.gov.au/resource/Mining/Documents/StrategicFrameworkforManagingAbandonedMines.pdf>> [20/12/17]
- MIEM-DINAMIGE (2016) **Visualizador Geológico - Minero de la Dirección Nacional de Minería y Geología**. MIEM-DINAMIGE. Disponible desde <http://visualizadorgeominero.dinamige.gub.uy/DINAMIGE_mvc2/> [20/09/18]
- Milgrom, T. (2008) Environmental aspects of rehabilitating abandoned quarries: Israel as a case study. **Landscape and Urban Planning** [on line] 87: 172-179. DOI dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.06.007
- MVOTMA (2017) **Plan Ambiental Nacional para el Desarrollo Sostenible**. MIEM, Uruguay. Disponible desde <<https://mvotma.gub.uy/el-plan-ambiental-nacional/plan-ambiental-nacional>> [29/02/19]
- MVOTMA (2019) **Sistema de Información Ambiental**. DINAMA-MVOTMA. Disponible desde <<https://www.dinama.gub.uy/visualizador/index.php?vis=sig>> [03/02/2019]
- Naciones Unidas (1972) **Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano**. CNUMAH.
- Naciones Unidas (1998) **Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**. UNFCCC [online] Disponible desde <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf> [acceso 28/10/2018]
- Naciones Unidas (2018) **Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo “Cumbre para la Tierra”**. Naciones Unidas. Disponible desde <<http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/unced.html>> [28/10/18]

- NRGI (2015a) **The decision chain of natural resource management (II)**. Natural Resources for Sustainable Development. Natural Resources Governance Institute
- NRGI (2015b) **The Resource Course: The Political and Economic Challenges of Natural Resource Wealth**. Natural Resources for Sustainable Development. Natural Resources Governance Institute.
- Neri, A.C., Sánchez, L.E. (2010) A procedure to evaluate environmental rehabilitation in limestone quarries. **Journal of Environmental Management** [on line] 91:2225-2237. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.06.005>
- NOAMI (2018) **NOAMI database** [online] Disponible desde <http://noami.org/php/NOAMI_2012_list.php?goto=1>[28/10/2018]
- OSMRE (2018) **Abandoned Mine Land Inventory System**. Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement. US Department of Interior. Disponible desde <<https://eamlis.osmre.gov/>>[28/10/2018]
- Otto, J. (2009) Global Trends in Mine Reclamation and Closure Regulation. En: Richards, J. (ed) **Mining, Society, and a Sustainable World**. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, p 251-288.
- Oyarzún, R. (2011) **Introducción a la Geología de Minas: Exploración y Evaluación**. GEMM- Aula2punto.net.
- Oyarzún, R., Higuera, P., Lillo, J. (2011) **Minería Ambiental: Una introducción a los Impactos y su Remediación**. GEMM- Aula2punto.net.
- Pacheco, V. Aarhus University (2017) **An assessment of mine legacies and how to prevent them. A case study from Latin America**. 1ª ed. Springer Briefs in Environmental Science. Springer [ebook].
- Peralta, Fermin (2008) **El MIEM: sus primeros 100 años y su rol en el siglo XXI**. Concurso "Centenario del Ministerio de Industria, Energía y Minería". MIEM. Disponible desde <https://www.miem.gub.uy/sites/default/files/centenario_del_ministerio_de_industria_energia_y_mineria.pdf>[02/05/19]
- Provincial Secretariat for Energy and Mineral Resources (2018) **Cadastre of abandoned mines in AP Vojvodina**. Serbia. Disponible desde kanakov.vojvodina.gov.rs [20/05/2018]
- Red de ONGs Ambientales de Uruguay (2010) Aratirí en Uruguay. [on line] Disponible desde <<http://www.uruguayambiental.com/>> [04/06/19]

- Regal, A. (2019) Las minas incas. Universidad Católica del Perú. [on line] Disponible desde ><http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/53553/las%20minas%20incaicas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>< [04/06/19]
- Russi, D., Martinez-Alier, J. (2003) Los Pasivos Ambientales. **Ecología Política** [on line] 23: 107-112. Disponible desde<<http://www.jstor.org/stable/20743262>> [20/03/18]
- SAIEA (2010) **Risk Assessment Handbook for shut down and abandoned mine sites in Namibia**. BGR. GSN Technical Cooperation Project, Windhoek, Namibia.
- Salo, M., Hiedanpää, J., Karlsson, T., Cárcamo Ávila, L., Kotilainen, J., Jounela, P., Rumrill García, R. (2016) Local perspectives on the formalization of artisanal and small-scale mining in the Madre de Dios gold fields, Peru. **Extractive Industries and Society**. 3: 1058-1066. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.exis.2016.10.001>
- Schoenberger, E. (2016) Environmentally sustainable mining: The case of tailings storage. **Resources Policy** [on line] 49: 119-128. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.04.009>
- SERNAGEOMIN (2007) **Catastro de faenas mineras abandonadas o paralizadas y análisis preliminar de riesgo**. Proyecto FOCIGAM JICA_SERNAGEOMIN. Chile.
- Spoturno, J., Oyhançabal, P., Aubet, N., Cazaux, S. (2004) **Mapa geológico y de recursos minerales del departamento de San José a escala 1/100.000. Memoria Explicativa**. CONICYT. Proyecto 6019. Fondo Clemente Estable.
- Stankovic, R., Vulovic, N., Lilic, N., Obradovic, I., Tosovic, R., Pesic-Georgiadis, M. (2016) A WebGIS Decision Support System for Management of Abandoned Mines. **Energies** [on-line] 9: 567. DOI 10.3390/en9070567
- Strosnider, W., Llanos López, F., Nairn, R. (2011) Acid mine drainage at Cerro Rico de Potosí I: unabated high-strength discharges reflect a five century legacy of mining. **EnvironmentalEarthScience** [on line] 64: 899-910. DOI 10.1007/s12665-011-0996-x
- Suárez, Rafael. (2015) **Tecnología lítica y conjunto de artefactos utilizados durante el poblamiento temprano de Uruguay**. Chungará (Arica) 47(1), 67-84. E-pub 00 de 2015 DOI <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562015005000004>
- Techera, J., Arriguetti, R., Spoturno, J. (2004) **Mapa geológico y de recursos minerales del departamento de San José a escala 1/100.000. Memoria Explicativa, Parte III Recursos Minerales**. CONICYT. Proyecto 6019. Fondo Clemente Estable.

- Todo Uruguay (2018). **Todo Uruguay**. Disponible desde <<https://www.todouruguay.net>> [29/05/18]
- Unger, C. (2009). **The James Love Churchill Fellowship to study leading practice abandoned mine rehabilitation and post-mining land use projects in Austria, Germany, England and Canada**. Winston Churchill Memorial Trust, Canberra. Disponible desde <http://www.churchilltrust.com.au/media/fellows/UNGER_Corinne_2009.pdf> [12/03/18]
- Unger, C.J.; Lechner, A.M.; Kenway, J.; Glenn, V.; Walton, A. (2015) A jurisdictional maturity model for risk management, accountability and continual improvement or abandoned mine remediation programs. **Resources Policy**. [on line] 43:1-10. DOI <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2014.10.008>
- UNIT (2008) UNIT 833:2008 **Agua potable. Requisitos**. Instituto Uruguayo de Normas Técnicas.
- Uruguay (2016) **Código de Minería/** Actualizado y comentado por A. Caputo Machado. 2da Edición ampliada. La Ley. Uruguay.
- Uruguay Consejo Nacional de Administración (1925) **El libro del centenario del Uruguay, 1825-1925: condiciones y riquezas naturales, historia, demografía, finanzas y economía, navegación, puertos y comunicaciones, régimen político y social, legislación, industrias rurales y manufactureras, cultos, previsión social e higiene pública, enseñanza primaria y superior, comercio, estadística, centros de cultura, instituciones públicas y privadas, vida departamental**. Ministerio de Instrucción Pública. Edición única, Editorial Agencia Publicidad Capurro & Co., Uruguay.
- Uruguay Diario Oficial (2005) Consejo de Ministros 1: Decreto 349/005. **Documentos**. Páginas 6 a 11.
- Uruguay Poder Legislativo (2018) **Parlamento del Uruguay** [on line] Disponible desde <<https://parlamento.gub.uy>> [02/03/19]
- USGIN (2018) **U.S. Geoscience Information Network**. Disponible desde <<http://schemas.usgin.org/models/#mines>>
- Vickers, H., Gillespie, M., Gravina, A. (2012) Assessing the development of rehabilitated grasslands on post-mined landforms in north west Queensland, Australia.

- Agriculture, Ecosystems and Environment** [on line] 163: 72-84. DOI dx.doi.org/10.1016/j.agee.2012.05.024
- WCED (1987) **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Oxford University Press, Oxford [on line] disponible desde <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>> [28/10/2017]
- Wheeler, R. (2014) Mining memories in a rural community: Landscape, temporality and place identity. **Journal of Rural Studies** [on line] 36: 22-32. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrurstud.2014.06.005>
- World Bank Group (2007) **Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining**. IFC World Bank Group.
- Worral, R., Neil, D., Brereton, D., Mulligan, D. (2009) Towards a sustainability criteria and indicators framework for legacy mine land. **Journal of Cleaner Production** [on line] (17):1426– 1434. DOI 10.1016/j.jclepro.2009.04.013
- Zhang, J., Rao, Y., Geng, Y., Fu, M., Prishchepov, A. (2017) A novel understanding of land use characteristics caused by mining activities: A case of study of Wu'an, China. **Ecological Engineering** [on line] 99: 54-69. DOI 10.1016/j.ecoleng.2016.11.0260925-8574/

Anexo I

Modelo de madurez adaptado al Uruguay

Grados de Madurez	Vulnerable	Reactivo	Compatible	Proactivo	Resiliente
Criterios de evaluación				Compatible + ...	Proactivo + ...
1. Gestión de datos/información	Datos e inventario inexistentes o no disponibles.	Pocos datos de algunos sitios, información desactualizada.	Existe un inventario generalizado que permite la priorización de sitios.	Se procede activamente a completar la falta de datos. Se formulan mejoras para la integración del sistema de gestión de datos.	Inventario puede ser consultado por todas las partes interesadas (organismos estatales, academia, privados, público en general).
2. Calidad del conocimiento de los impactos y oportunidades	Ninguna información disponible sobre los posibles impactos (salud, seguridad, ambiente, socioeconómicos).	Existe un mínimo de conocimiento sobre el impacto de algunos sitios.	Se conocen los impactos de la mayoría de los sitios, con huecos, pero con un plan de acción para completar la información.	La mayor parte de los huecos de información han sido subsanados mediante documentación de buena calidad. Se logró identificar a nivel nacional los sitios de (alto) riesgo: prioritarios.	El conocimiento se comparte mediante planes, publicaciones, y artículos científicos.
3. Información específica de sitios de alto riesgo/prioridad	Inexistente.	Hay datos de sitios específicos, pero son menos de 5, y carecen de interpretaciones y revisiones.	Sitios prioritarios tienen programas de recopilación de datos, y son revisados/interpretados por terceras partes.	Hay informes (con su interpretación) disponibles sobre sitios prioritarios. Evidencias de planificación se desprenden del nuevo conocimiento.	Se comparte el conocimiento de forma horizontal entre los distintos organismos gubernamentales. Se involucran activamente a las partes interesadas tanto para la colecta de datos como para la gestión.
4. Marcos normativos, legislación y guías sobre MAs	No existen con referencia a MAs. La responsabilidad no es clara.	Existen para algunos sitios en particular. La responsabilidad involucra múltiples organismos.	Existen para MAs, un organismo dirige la coordinación del programa.	La implementación de las políticas y programas se apoya con guías y manuales. Reportes regulares sobre su desempeño. Expertos técnicos externos involucrados en la evaluación específica y la priorización.	Compromiso de las partes interesadas asegura el involucramiento activo en la gestión/remediación/ uso post-mina de MAs. Evidencias de usos beneficiosos de la tierra en sitios de MAs. Artículos en revistas arbitradas sobre el programa de MAs, sus elementos y casos de estudio, con énfasis en el progreso.

5. Marcos normativos, legislación y guías para la prevención de la generación de MAS	La legislación existente sobre minería es débil o ausente sobre la rehabilitación y cierre de la mina.	Existen algunas regulaciones para prevenir las futuras MAS, pero con poca o nada aplicabilidad.	Rango de mecanismos legislativos aplicados a la prevención de MAS (incentivos/convenios/guía y revisión de planes y proceso de rehabilitación).	Existencia de un equipo técnico experto en cierre/rehabilitación que sistemáticamente audita y toma acciones sobre los sitios de alto riesgo.	El mejoramiento continuo de las políticas sobre el cierre y rehabilitación en proyectos mineros ha eliminado el riesgo de futuras MAS.
6. Programas de evaluación y priorización del riesgo	No hay evidencias de ningún programa.	Evaluación del riesgo para algunos sitios particulares.	Implementación de programas de evaluación del riesgo, de forma de identificar al sitio y sus características. Con medidas de control incluidas en el programa para riesgos significativos. Reportes regulares internos al programa.	Evidencias de que el plan de implementación de los programas ha sido desplegado de forma significativa. Métodos de evaluación de desempeño han sido definidos. Reportes públicos sobre gastos y reducción de riesgos/pasivos.	Los riesgos son conocidos/estudiados y prevenidos de forma rutinaria. Bajas a nulas chances de riesgos significativos imprevistos.
7. Sistema de gestión de MAS	Inexistente.	Dentro de los roles de un organismo/sección donde no es posible darle prioridad en el tiempo y la capacidad de su personal.	Existencia de un equipo únicamente dedicado al programa de MAS, llevando a cabo la planificación estratégica y la implementación de dicho programa. Los roles cumplidos por los miembros del equipo se correlacionan a sus habilidades y experiencia.	Programas de entrenamiento, investigación y educación mantienen al equipo de MAS.	El valor de la experiencia del equipo encargado de la gestión de MAS lo hace un referente a nivel regional/mundial sobre el tema, otros países buscan esta experiencia.
8. Financiación (fuentes, mecanismos y recursos)	No hay ninguna forma de financiación.	Los fondos se recaudan para sitios específicos y con un monto inferior al necesario para su total rehabilitación.	La financiación base y la del proyecto se realizan como fondo único para todos los sitios y se otorgan los montos según disponibilidad y prioridad. Permite hacer planes a más de cinco años.	Los fondos permiten reducir pasividades y producir reportes sobre el desempeño de forma sistemática y a mediano plazo. Se estudian nuevas alternativas de financiación.	Múltiples fuentes de financiación. Permite la reducción significativa de riesgos y pasividades a largo plazo y con posibilidades de gestión también a largo plazo.
9. Usos post-mina de la propiedad	No existen evidencias de MAS que hayan reportado un uso beneficioso post-mina exitosamente.	Evidencias de programas de relleno y tapado de pozos/trincheras que facilitan el acceso a las propiedades mejorando su seguridad.	Evidencias de uso de tierras post-mina beneficioso en 1 a 3 sitios luego del cierre y rehabilitación. Evidencias de	Evidencias de que más de 3 MAS fueron rehabilitadas y tienen un uso post-mina beneficioso. Innovación a través de los programas de	Prácticas líderes en gestión de MAS. La mayor parte de MAS rehabilitadas han sido reconvertidas en tierras de uso productivo/beneficioso. Se

			aceptación de las partes interesadas.	investigación vinculados a MAs.	comparte el conocimiento con sectores relacionados (industria extractiva, disposición de residuos, industrias varias).
10. Conservación del legado	No hay evidencias de conservación de patrimonio asociado a programas de MAs. Valores patrimoniales dañados durante las labores de relleno y tapado de pozos.	En sitios específicos se han llevado a cabo estudios de patrimonio industrial e indígena.	Planificación de un programa de gestión de la conservación del patrimonio histórico asociado a MAs, y realización de un listado de posibles sitios de patrimonio histórico.	Programa de gestión de la conservación del patrimonio se implementa en los sitios identificados como posibles sitios de patrimonio histórico.	Los sitios de legado histórico nacional se verificaron e ingresaron y al registro de patrimonio. Programas y entidades de turismo asociados.
11. Oportunidades secundarias/complementarias de minería	No hay evidencias de proyectos mineros secundarios en sitios de MAs.	Hasta 2 ejemplos de minería secundaria potencial u otras actividades que reduzcan las pasividades vinculadas a las MAs.	Más de 2 ejemplos de minería secundaria u otras actividades que devuelven las responsabilidades del sitio a un tercero y reducen las pasividades para el estado mediante convenios. Estas actividades secundarias cuentan con planes basados en los estándares actuales.	Proyectos innovadores reducen los desechos de los sitios de MAs mediante los usos alternativos de estos materiales y las técnicas mejoradas de reprocesamiento derivadas de la investigación. Pasividades estatales ampliamente reducidas.	La mayor parte de los sitios de MAs están siendo gestionados/utilizados por terceros aprovechando las características del sitio y reduciendo al estado sus pasividades (deudas/compromisos) a niveles muy inferiores.
12. Asociación para obtener recursos y para la investigación	No hay evidencias de asociaciones entre organizaciones para la gestión de MAs.	Evidencias de asociación para 1 o 2 sitios específicos.	Asociación entre varios entes y/o organizaciones, en un plano inicial de cooperación. Creación de acuerdos y convenios.	Evidencias del desempeño exitoso de la asociación de las partes donde se integren con un buen sistema de comunicación. Evaluaciones por terceros independientes. Publicaciones en colaboración sobre el programa/casos de estudio.	La asociación de distintas organizaciones y/o instituciones está instaurada y constituye la práctica normal de tratamiento de casos. Otras naciones buscan la experiencia de estos grupos formados por varias partes cooperantes.
13. Involucramiento de todas las partes interesadas	No hay evidencias de que las partes interesadas se involucren en la problemática de las MAs.	Ocurre en algunos sitios específicos, por problemas específicos.	Ocurre a través de un grupo de consejo multifuncional perteneciente al gobierno. Grupos de las partes interesadas se forman para tratar sobre sitios específicos,	Grupos asesores de las partes interesadas proveen datos y parámetros que son guías sobre los valores y prioridades ambientales.	Las partes interesadas se involucran en todos los niveles (incluyendo la evaluación de desempeño y contribuciones al reporte público de este desempeño). Métodos de

			incluyen a profesionales de la industria para informar sobre el plan y su implementación.	Expertos técnicos externos evalúan las prioridades.	participación en el monitoreo son implementados.
14. Comunicación y redes	No hay evidencias. Acceso a la información es difícil.	Existencia de una página web sobre MAs y el programa de gestión. Baja actividad de redes, falta de actualización.	Comunicación y generación de redes interdepartamentales entre las organizaciones asociadas. Página web actualizada regularmente y de fácil acceso.	Boletines y publicaciones públicas regulares sobre los desafíos de las MAs y las soluciones posibles de forma de captar la colaboración de las partes interesadas.	Comunicación a nivel global, intercambio de información y conocimiento con otros países por medio de varios mecanismos (web, convenios, tratados, asociaciones).

Anexo II

Lista de Sitios Potenciales

Lista de SITIOS POTENCIALES

Punto	Longitud WGS	Latitud WGS	Departamento	Localidad	Padrón	Sustancia	Ficha DINAMIGE	Variedad	MVOTMA
1	57° 2'19.78"O	34° 0'20.27"S	San José	Guaycurú	7308	Granito Negro	456	Desconocida	95001212
2	57° 3'1.34"O	34° 0'39.41"S	San José	Guaycurú	7308	Granito Negro	96	Desconocida	
3	57° 2'41.60"O	34° 0'47.74"S	San José	Guaycurú	7308	Granito Negro	99	Desconocida	
4	57° 3'12.63"O	34° 1'3.49"S	San José	Guaycurú	7308	Granito Negro	878	Desconocida	
5	57° 1'43.32"O	34° 1'37.32"S	San José	Ismael Cortinas	4221	Granito Negro	153	Desconocida	
6	57° 4'26.44"O	33°57'25.06"S	San José	Ismael Cortinas		Granito Negro	NO	Desconocida	
7	57° 3'37.90"O	33°58'2.10"S	San José	Ismael Cortinas		Granito Negro	NO	Desconocida	
8	57° 1'41.61"O	33°58'36.18"S	San José	Ismael Cortinas		Desconocido	NO	Desconocida	
9	56°59'6.21"O	34° 2'19.08"S	San José	Guaycurú		Desconocido	NO	Desconocida	
10	56°58'7.12"O	34° 4'52.24"S	San José	Mal Abrigo	8466	Granito Negro	154	Desconocida	2001/14001/1/02175
11	56°56'24.00"O	34° 3'29.79"S	San José	Mal Abrigo	10764	Granito Negro	152	Granito Negro (Mahoma)	
12	56°57'52.21"O	34° 7'13.14"S	San José	Mal Abrigo	13523	Talco	NO	Desconocida	
13	56°56'11.74"O	34° 5'25.36"S	San José	Mal Abrigo	10764	Desconocido	NO	Desconocida	
14	56°53'22.39"O	34° 3'54.09"S	San José	Mal Abrigo	6528; 6527; 6524; 1202	Granito Rojo	98 (padrón 6528)	Granito Rojo/Tosca	94007479
15	56°51'37.70"O	34° 9'51.43"S	San José	Mal Abrigo	1336; 1337; 1328; 16580; 8578	Au	NO	Metal doré	
16	56°55'32.02"O	34°10'41.42"S	San José	Mal Abrigo		Desconocido	NO	Desconocida	
17	56°51'51.08"O	34°13'42.50"S	San José	González		Desconocido	NO	Desconocida	
18	57° 5'35.57"O	34°12'24.01"S	San José	(Cufré)		Desconocido	NO	Desconocida	
19	57° 4'9.34"O	34°16'20.88"S	San José	(Cufré)	684	Granito Negro	466	Desconocida	
20	57° 3'18.93"O	34°15'59.35"S	San José	(Cufré)	9890	Granito Negro	169	Desconocida	
21	56°53'5.68"O	34°16'28.72"S	San José	Pavón	3075	(cal?)	NO	Desconocida	
22	56°50'13.95"O	34°17'14.36"S	San José	Juan Soler	2790	Granito	NO	Tosca	
23	56°48'46.05"O	34°17'16.55"S	San José	Juan Soler	4269	Granito	NO	Tosca	
24	56°48'59.24"O	34°17'23.76"S	San José	Juan Soler	5404	Granito	NO	Tosca	
25	56°48'46.80"O	34°17'17.17"S	San José	Juan Soler	2950	Granito	NO- Cantera Intendencia	Balasto	2014/14000/06875; 2008/14000/06200
26	56°47'55.94"O	34°17'46.03"S	San José	Juan Soler		Granito	NO	Tosca	
27	56°51'48.58"O	34°19'14.97"S	San José	Juan Soler	19069	Granito	NO	Piedra partida	
28	56°45'28.43"O	34°16'32.51"S	San José	Juan Soler		Desconocido	NO	Desconocida	
29	56°46'26.61"O	34°17'7.32"S	San José	Juan Soler		Desconocido	NO	Desconocida	
30	56°45'40.91"O	34°16'51.13"S	San José	Juan Soler		Desconocido	NO	Desconocida	
31	56°45'0.55"O	34°16'46.33"S	San José	Juan Soler		Desconocido	NO	Desconocida	
32	56°45'31.71"O	34°17'40.92"S	San José	Juan Soler		Desconocido	NO	Desconocida	
33	56°46'13.31"O	34°18'24.27"S	San José	Juan Soler		Desconocido	NO	Desconocida	
34	56°45'21.05"O	34°18'4.39"S	San José	Juan Soler		Desconocido	NO	Desconocida	
35	56°44'52.27"O	34°18'3.64"S	San José	Juan Soler		Desconocido	NO	Desconocida	
36	56°44'29.97"O	34°17'55.69"S	San José	Juan Soler		Granito	NO	Tosca	
37	56°46'11.05"O	34°19'0.39"S	San José	Juan Soler		Desconocido	NO	Desconocida	
38	56°45'51.36"O	34°19'8.90"S	San José	Juan Soler		Desconocido	NO	Desconocida	
39	56°45'19.76"O	34°18'58.86"S	San José	Juan Soler		Desconocido	NO	Desconocida	
40	56°45'24.35"O	34°19'9.49"S	San José	Juan Soler		Desconocido	NO	Desconocida	
41	57° 2'53.26"O	34°20'40.95"S	San José	Ecilda Paullier	5627	Arena	NO	Arena	2007/14000/06153
42	57° 3'6.62"O	34°20'39.80"S	San José	Ecilda Paullier	18728	Desconocido	NO	Desconocida	
43	57° 4'17.17"O	34°20'59.76"S	San José	Ecilda Paullier	7867	Desconocido	NO	Desconocida	
44	57° 2'43.17"O	34°22'0.04"S	San José	Ecilda Paullier		Desconocido	NO	Desconocida	
45	57° 6'53.17"O	34°24'12.15"S	San José	Boca del Cufré		Desconocido	NO	Desconocida	
46	57° 6'38.83"O	34°27'16.75"S	San José	Boca del Cufré	17842	Arena	505	Arena	
47	57° 6'30.77"O	34°27'43.05"S	San José	Boca del Cufré	8245	Arena	495	Arena	

48	57° 1'21.51"O	34°30'10.16"S	San José			Desconocido	NO	Desconocida	
49	56°40'49.97"O	34°19'55.25"S	San José	San José de Mayo		Desconocido	NO	Desconocida	
50	56°39'51.05"O	34°20'40.51"S	San José	Raigón		Desconocido	NO	Desconocida	
51	56°38'8.37"O	34°20'16.32"S	San José	Raigón		Desconocido	NO	Desconocida	
52	56°44'13.11"O	33°54'28.35"S	San José	San Gregorio		Granito	NO	Tosca	
53	56°35'31.68"O	33°51'1.67"S	San José		1711	Granito	NO - Cantera MTOP	Cantera MTOP-pp	2007/10003/02931
54	56°33'4.59"O	33°51'44.80"S	San José			Granito	NO	Tosca	
55	56°32'54.37"O	33°53'1.28"S	San José			Granito	NO	Tosca	
56	56°38'28.50"O	34°42'47.51"S	San José	Ordeig		Arena?	NO	Arena	
57	56°33'7.66"O	34°44'56.90"S	San José	Colonia Wilson		Arena?	NO	Arena	
58	56°29'33.89"O	34°42'24.49"S	San José	Colonia Wilson	12504	Arcilla	NO	Arcilla	
59	56°28'14.57"O	34°44'43.16"S	San José	Playa Pascual	11	Arena	490	Arena	
60	56°26'59.63"O	34°42'50.84"S	San José	Rincón de la Bolsa		Arena	NO	Arena	
61	56°42'17.10"O	34° 9'22.36"S	San José	Chamizo	4341	Granito Negro	94	Desconocida	
62	56°40'56.98"O	34° 9'2.38"S	San José	Chamizo	4883	Granito Negro	97	Desconocida	
63	56°41'21.51"O	34°40'46.28"S	San José	Bocas del Mauricio	(14284?)	Arena	(521?)	Arena	2004/14001/00108
64	56°29'58.96"O	34°42'22.15"S	San José	Colonia Wilson	12401	Arcilla	NO	Arcilla	
65	56°29'43.95"O	34°42'18.64"S	San José	Colonia Wilson	12238	Arcilla	475	Arcilla	
66	56°30'12.40"O	34°38'18.97"S	San José	Rincón de la Bolsa	26	Arena	500	Arena	
67	56°30'45.57"O	34°36'59.34"S	San José	Rincón de la Bolsa	4106	Arena	511	Arena	?
68	56°42'21.98"O	33°58'40.24"S	San José		1716	Granito	NO	Tosca	2007/10003/02932
69	56°24'34.29"O	34°25'48.79"S	San José	Ituzaingó	17974	Arena	NO	Material préstamo	2011/14000/10609

Anexo III

*Ficha de ingreso a IMAs
y material complementario*

Ficha de Ingreso a IMAs – TF Sofía Novoa

Código I.D.: UY

Ficha Número

Identificación del sitio

Nombre

Empresa/Propietario

Punto GPS

Longitud Latitud Altitud SCG

Departamento: Secc. Catastral:

Localidad: Paraje:

Fotos: _____

Accesos: _____

Tipo de Minería

Metálica ☐No Metálica ☐Ornamental ☐Sustancia/s Variedad comercial

Estado y Forma de Extracción

Comienzo de actividades en el año Abandonada desde el año Con cierre ☐Sin cierre ☐

Forma de extracción ☐ Subterránea

☐ A cielo abierto

Advertencias de peligro/ cercados ☐ Si ☐ NoInundada No ☐ Si ☐ Parcial. ☐ Color del agua/pH Efluentes No ☐ Si ☐ Color del agua/pH

Morfología del hueco: _____

Ancho Largo Profundidad Volumen_(estim)

(Medidas en metros y metros cúbicos)

Infraestructura

Edificaciones: _____

Otras estructuras (fosas sépticas p.e.): _____

PlantaTrituración/molienda ☐ Cribado ☐ Lavadero ☐ Flotación ☐ Lixiviación ☐ Precipitación ☐SXEW ☐ Refinación ☐ Tostado ☐ Cianurac. ☐ Amalgam. ☐ Fusión/convers. ☐Otras **Depósitos de Residuos**

Tipo de depósito	Ancho	Largo	Altura	Volumen	Observaciones

Disposición de residuosOrdenado ☐ Esparcido ☐ Confinado ☐ Reutilizado ☐

Observaciones:

Sustancias Peligrosas Utilizadas

Observaciones

Accesibilidad a las labores minerasAccesible c/vehículo ☐ Accesible s/vehículo ☐ Difícil/Inaccesible ☐

Entorno general <1KmPoblación: Casas aisladas ☐ Poblado ☐ Ciudad ☐Infraestructura Vial: Ruta nacional ☐ C. Municipal ☐ C. Interna ☐Área agrícola/ganadera ☐ Explotación forestal ☐ Áreas protegidas ☐

Observaciones _____

Situación del entorno geológicoRecurso Minero Caracteres estructurales Morfología del yacimiento Estabilidad de pendientes

Observaciones _____

Situación del aguaCauces cercanos, lago, etc. Si ☐ No ☐ Distancia(m): Usos del agua: Ninguno ☐ Consumo humano ☐ Agrícola ☐ Industrial ☐Otros ☐Afluentes: Información sobre Aguas Subterráneas Si ☐ No ☐Descripción: Información sobre precipitaciones Si ☐ No ☐Descripción: Clima:

Observaciones: _____

Identificación de impactos/peligros potenciales		
Contaminación		INDICADORES
	Contaminación de aguas	
	Generación de polvo	
	Generación de DAM	
	Otros:	
Físicos/Seguridad		
	Hundimientos/Subsidencia	
	Colapso (depósitos)de residuos	
	Erosión	
	Arrastre y degradación de la cubierta vegetal	
	Colapso de paredes y/o taludes	
	Caídas en pozos, trincheras, etc.	
	Accidentes en instalaciones abandonadas	
	Accidentes asociados a material abandonado	
	Otros:	

Indicadores

Contaminación

De las aguas y generación de Drenaje Ácido de Mina (DAM)

- Temperatura

Con termómetro de vidrio (mercurio o tolueno/alcohol) o uno electrónico. Si se mide directo en el cuerpo de agua, se mantiene sumergido hasta que la lectura sea constante. La temperatura es un parámetro importante ya que afecta a su vez a las medidas de pH y debe tenerse en consideración para luego proceder a corregir los valores de pH.

- Turbidez

Con un disco de Secchi se puede “medir” la transparencia de un cuerpo de agua, siendo esta compuesta por la turbidez y el color. Este disco tiene un diámetro de 20 a 30cm y puede ser blanco o tener cuadrantes blancos y negros, se le coloca una pesa en su centro inferior y una cuerda centimetrada en el superior.

El método consiste en dejar que el disco se sumerja hasta el punto en que ya no se lo ve, se anota la medida de la cuerda, se baja un poco más y luego se sube hasta el punto en que otra vez es distinguible y se toma esta medida también.

También se toma una muestra del agua en un contenedor de 1lt y se determina cualitativamente la turbidez.

- pH

El pH del agua indica el estado químico general de esta, y es una expresión de la concentración o actividad del H^+ . Donde $pH = -\log [H^+]$. Se mide con tiras de pH o con el multímetro (multiparámetro).

- Conductividad

Es la habilidad del agua de conducir una corriente eléctrica, y aumenta con el incremento de sustancias capaces de conducir una corriente estén disueltas. Este parámetro se utiliza como aproximación a la cantidad de sólidos disueltos en el agua. Las aguas contaminadas presentan una conductividad elevada, y en casos de DAM es aún mayor.

Se puede medir in situ con un conductímetro o con conductivímetro (que mide también la salinidad), puede estar dentro de las mediciones del multímetro. $1mS\ m^{-1} = 10\mu S\ cm^{-1} = 1\mu mhos\ cm^{-1}$ (recordar: mhos unidades de conductividad; ohms de resistencia).

- Potencial Redox

Es la medida de la actividad de los electrones e indica la tendencia relativa de un sistema biogeoquímico a aceptar o transferir electrones. Se trata del potencial eléctrico que se necesita para transferir e^- de un compuesto oxidante a otro compuesto reductor.

Se expresa en volts o milivolts, y se mide la afinidad de una sustancia por los e-. Valores cercanos a los -300mV indican un sistema muy reductor (por lo tanto, un sistema donde hay gran disponibilidad de e-), mientras que valores entre +100mV y +300mV indican sistemas muy oxidantes (aceptor de e-).

El DAM ocurre en ambientes oxidantes, donde la pirita se oxida y forma ácido sulfúrico.

- Otros indicadores de contaminación
 - En depósitos de residuos (escombreras, etc) evidencias de filtraciones superficiales.
 - Algas que se presentan como filamentos largos en las corrientes o drenajes son un posible indicador de contaminación.
 - Equisetum, o ``Cola de caballo'', es un indicador de suelos pobres (se los puede encontrar cerca de las entradas a galerías donde hay DAM, u otras aberturas/cuerpos de donde puede provenir el drenaje ácido.
 - Coloraciones rojas, anaranjadas, ocre y rojizas en depósitos o cerca/en cursos de agua o drenajes, indican depósitos de óxidos e hidróxidos de hierro del agua con DAM. La ausencia de estas coloraciones no significa la ausencia de DAM, ya que a pH iguales o menores a 2 no se precipitan estos compuestos.
 - La existencia de depósitos de sales (blancas, amarillentas, azuladas o verdes) adyacentes a drenajes o en pilas de desechos indican un transporte hacia arriba o afuera y depositación de sales metalíferas de aguas subterráneas (conjunto con lo de la mina, supongo que refiere a que la ``barre``).
 - Manchas o costras de malaquita/azurita en huesos y madera indica la presencia de cobre en solución que se depositó.
 - Vegetación muerta o en mal estado cercana a drenajes pueden indicar la contaminación de cursos de agua intermitente.
 - La ausencia de invertebrados cercanos y en los cursos de agua indican estrés (ambiental) que puede ser consecuencia de la contaminación del agua por metales pesados (y elementos traza: arsénico).

Generación de Polvo

- Presencia de material particulado suelto ya sea en el pozo o en pilas de estériles/escombreras no compactadas.

Físicos / seguridad

Hundimientos/Subsidencia

- Existencia de fracturas.
- Cambios en la disposición de objetos (ej.: árboles).

Colapso de depósitos de residuos

- Pendientes.
- Evidencias de desprendimiento/derrumbes.
- Grietas.
- Ver la configuración superficial del cuerpo.
- Evidencias de infiltración (y tamaño de partículas del depósito).
- Presencia de cubierta vegetal.

Erosión del suelo y arrastre y degradación de la cubierta vegetal

- Falta/presencia de vegetación y grado de distribución de la cubierta vegetal.
- Grietas de desecación.
- Erosión laminar (por escorrentía superficial difusa).
- Cárcavas.
- Superficies corroídas.
- Retroceso del borde del pozo/trinchera, desprendimiento de bordes de cursos de agua.

Colapso de paredes y/o taludes

- Pendiente.
- Evidencias de desprendimientos.
- Altura media aproximada de los bancos, y condiciones generales.

Caídas en pozos y trincheras.

- Fácil acceso a los bordes del pozo (no hay vallado ni cartelería, el pozo se encuentra a menos de 50 m de una ruta nacional o caminería departamental).
- Estabilidad del borde del pozo, visibilidad del pozo y sus límites.
- Rutas de egreso/ingreso del pozo.
- Trincheras (y otros) que no son visibles y/o no están tapadas que puedan representar un peligro para una persona, animal o vehículo que transita por el campo.

Accidentes en instalaciones abandonadas y vinculados a material abandonado

- Presencia de edificaciones (plantas, depósitos, etc).
- Estado y accesibilidad de las instalaciones. Evidencias de visitantes.
- Presencia de tanques contenedores de químicos, y otras fuentes de peligro.
- Presencia de equipo abandonado.

Otros

- Pilas de lixiviados y relaves: materiales contenedores, estado del dique de contención (erosión, fracturas, cobertura/enraizado vegetal), presencia de aguas estancadas,

materiales residuales cubiertos/expuestos, erosión de materiales residuales expuestos. Evidencias de descargas de las pilas de lixiviados, evidencias de DAM.

- En minas en galería- Boca de mina: método y estado del cierre de la entrada a la galería. Evidencias de DAM filtrando por la entrada.
- Pozos de exploración o de agua: protuberantes, no tapados, rotos.

Anexo IV

Transcripciones de las Fichas de ingreso a IMAs

I.D.	Código I.D.	UYSJ0001	UYSJ0002	UYSJ0003	UYSJ0004
	N° de Ficha	TFSN0001	TFSN0002	TFSN0003	TFSN0004
Identificación del Sitio	Nombre	Cantera Víctor	Cantera Pietracaprina	Desconocido	Desconocido
	Empresa/Propietario	Fernando Suárez	Andrés Camy (estancia El Montijo) 099341359	Teresita Maquiavelo (estancia San Martín de Porres)	Desconocido
	Punto GPS n°	GPS 001	GPS 002	GPS 003	GPS 004
	SCG	21H UTM	21H UTM	21H UTM	21H UTM
	Longitud	6234849	6223357	621406	6230695
	Latitud	497391	503281	505543	510086
	Altitud	135 m	147	96	
	Departamento	San José	San José	San José	San José
	Secc. Catastral				
	Localidad	Guaycurú	Mal Abrigo - Mahoma	Mahoma	Mahoma
	Paraje				
	Fotos				
	Accesos	Ruta 23 Km 138.5 + cam sec NE	Ruta 23 km 128	Ruta 23 km 129	
Tipo de minería	Metálica/No metálica/Ornamental	Ornamental	No metálica	Ornamental	No metálico
	Sustancia/s	Dique de dolerita (Haz de diques Florida)	Talco	Gabro	Granito rojo
	Variedad comercial	Granito Negro Oriental	Tipos I; II y III	Granito Negro	Tosca/balasto
Estado y Forma de Extracción	Cierre (NO/SI)	NO	No	NO	NO
	Comienzo actividades				
	Abandonada desde el año		En la década de 1960	1980	
	Forma de extracción (cielo abierto/subt/ descripción)	A cielo abierto; con barreno	A cielo abierto	A cielo abierto	A cielo abierto
	Advertencias de peligro/cercados	NO	No	NO	NO
	Inundada (NO/PARCIAL/SI)	PARCIALMENTE	Si (totalmente)	PARCIALMENTE	PARCIALMENTE
	Color del agua/pH	Incolora, con material ppalmente orgánicodisuelto	Incolora, con abundante material particulado/pH 9,16	Incolora, limpia	amarronada, turbia
	Efluentes (NO/SI)	Si	Si	No	No
	Color del agua/pH; descripción	Impermitente	Intermitente	Pero por desnivel si llueve mucho el agua desagotaría en una cañada cercana	
	Morfología del hueco/tajo (1)	Rampa rectangular (GPS 001)	Irregular alargado, supuestamente embudo	rampa rectangular	Irregular
	Ancho (m)	12; 16,5	33,99	31,75	13,34
	Largo (m)	35,5; 59,4	66,09	71	27,7
	Profundidad (m)		Desconocido (asumen importantes profundidades)	Desconocido	Desconocido
	Volumen estimado (m3)				
	Morfología del hueco/tajo (2)	Trincheras (GPS 001-b)			Irregular
	Ancho (m)	28,5			22,6
	Largo (m)	94,9			53,15
	Profundidad (m)				Desconocido
	Volumen estimado (m3)				
	Morfología del hueco/tajo (3)	Rampa rectangular con una L al SE (GPS 001-c)			irregular (pileta de decantación?)
	Ancho (m)	20; 14			11,3
	Largo (m)	73; 23			17,7
	Profundidad (m)				Desconocido
	Volumen estimado (m3)				
Infraestructura	Edificaciones	Dormitorios; comedor; parrillero (destruidos)	NO	NO	NO
	Otras estructuras		NO	NO	NO

Planta	Otras (p.e. evidencias trabajo artesanal)	Evidencias de trabajo artesanal para producción de piques de piedra	Desconocido; Camy nos dijo que el equipo sufrió un accidente y se fue al fondo del tajo		
Depósitos de Residuos	Tipo de depósito y Volumen	Escombrera (GPS 001-d) 11.088	Bloques dispersos < 0,5m3 (c/u)	Bloques dispersos de diferentes tamaños	Zonas de acopio pequeñas
	Tipo de depósito y Volumen	Zona de acopio bloques <5m3 (c/u)	Escombrera lineal (GPS 002-b) 1.120		
	Tipo de depósito y Volumen	Escombrera (GPS 001-e) 2.268	Escombrera irregular (GPS 002-c) 1.800		
	Tipo de depósito y Volumen	Escombrera (GPS 001- f) 2.890			
	Tipo de depósito y Volumen	Escombrera (GPS 001-g) 2.187			
	Tipo de depósito y Volumen	Escombrera (GPS 001- h) 2.310			
Disposición de Residuos	Disposición de residuos	No antrópicos - Esparcido	Esparcidos	Esparcidos	Ordenado
	Observaciones	Hay varias escombreras pero también hay bloques esparcidos en una zona de acopio de bloques de diversos tamaños, que corresponden a bloques no vendidos pero de calidad superior a los de la escombrera)	Esparcidos en varias escombreras, y bloques dispersos con la vegetación		
Sustancias peligrosas utilizadas	Sustancias peligrosas utilizadas	Voladuras. En la superficie del agua del tajo hay una capa de una sustancia tornasolada que podría ser aceite, algún compuesto con Fe o algún derivado de MO	Desconocido: equipo se encuentra en el fondo del tajo debido al colapso parcial de la cantera.	Voladuras	NO
Accesibilidad a las faenas mineras	Accesibilidad a las faenas mineras	Accesible c/vehículo	Accesible c/vehículo	Accesible c/vehículo	Accesible con vehículo
Entorno general <1 km	Población	Casas aisladas	Casas aisladas		Casas aisladas
	Infraestructura vial	Municipal; Interna	Ruta Nacional	Caminería interna	Municipal
	Área agrícola/agropecuaria; forestal; área protegida	Área agrícola-ganadera	Área agrícola-ganadera	Área agrícola-ganadera; áreas protegidas cercanas	Área agrícola-ganadera; áreas protegidas cercanas
	Observaciones	Producción ganadera en la propiedad, los vacunos tienen acceso a la cantera lo cual lo cual ha resultado en pérdidas	A pocos metros del tajo hay un tambo		
Situación del Entorno Geológico	Recurso Minero	Doleritas en un micaesquistos	Talco con carbonatos	Dique máfico (no parece ser una dolerita típica del TPA, tiene elevado % de biotita en nidos y solitarias, y tiene qz), roca caja metamórfica de grado bajo/medio	Granito Rojo de Mahoma
	Caracteres estructurales				
	Morfología del yacimiento	Dique	Lente de talco - carbonatos	Dique	
	Estabilidad de pendientes	Taludes de varias ángulos, en algunas zonas subverticales	Las paredes más altas al nivel del suelo llegan a medir 5,5m y son mayores a 60° a subverticales	Mayoría inestables cercanos a 90°	Inestables en período de mucha precipitación
	Observaciones	Inestables, verticales y con material desprendido.			
Situación del Agua	Cauces cercanos, lagos, etc.	SI	SI	SI	SI
	Distancia	290m del tajo 1	67m al tajamar del tambo; 170m al curso natural	50 m	76m a una cañada intermitente
	Usos del agua	Agrícola; Otros	Agrícola; Otros	Agrícola	Agrícola; Otros
	Afluentes	Cañada del Sauce; Arroyo Guaycurú	Arroyo Coronilla		
	Información sobre aguas subterráneas	No	NO	NO	NO
	Información sobre precipitaciones	NO	NO	NO	NO
	Clima				

UYSJ0005	UYSJ0006	UYSJ0007	UYSJ0008
TFSN0005	TFSN0006	TFSN0007	TFSN0008
Mina Mahoma	Desconocido	Cerámicas San José	Arenera
privado	Desconocido	Cerámicas San José - Marcelo Cetraro Dir. General	
GPS 005	GPS 006	GPS 007	GPS 008
21H UTM	21H UTM	21H UTM	21H UTM
6219618	6205970	6159602	6155141
513252	517241	545831	548743
San José	San José	San José	San José
Mahoma	Juan Soler	Cerámicas del Sur	Playa Pascual
	La Casilla		
	Ruta 23 Km111, camino secundario NE 1.3 km hasta un camino al SE por 207m.	Ruta 1 km 37,700	Ruta 1 km
Metálico	No metálica	No metálica	No metálica
Au/Ag	Granito leucócrata de grano grueso	Arcillas	Arena
Metal doré	Balasto/tosca	Consum interno: arcillas para cerámicos	Arena
No	No	NO	
1990		2002	Activa en general. Pozo SE inactivo.
1993 al 95		2012	
A cielo abierto	A cielo abierto	A cielo abierto	A cielo abierto
NO	NO	NO	NO
Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	SI
Sin datos	Transparente con una leve coloración amarillenta	amarronada translúcida con partículas en suspensión	Amarillento con turbidez
Si	Si, en época de lluvias	Si	Si
Sin datos	Intermitente		
Rampa rectangular	Rectangular-cuadrado (aprox)	Rectangular nivelado (-3m de altura)	Irregular
36,25	90,4	238,55	265
409	94,3	300	290
50	>10	3	
741312,5	>85247,2	214695	
Rampa rectangular	en L(aprox)		
30	65		
272,6	156		
	>10		
	>101400		
Rampa rectangular	rectangular		
29	102		
266,3	177		
	>10		
	>180540		
Si, 5 edificios	No	NO	NO
Si, sanidad, luz, etc	Caravana o carreta de hierro	NO	NO

Fundición; Electroforesis			
Escombrera (1) 29432 m3	Zona de acopio: material mezclado con bochas no comerciables		
Escombrera (2) 32854 m3			
Escombrera (3) 12693 m3			
Orenado; Esparcidos	Esparcido		
Desmonte/botadero; Relaves: cubierta con arcilla y vegetada.	Mucha basura antrópica por todas partes	El desmonte lo usan para los cerámicos	
Cianuro: accidente de 1993, el dique de contención de la pileta colapsó comunicando la pileta cn los cursos de agua cercanos, por las lluvias el ing quim a cargo había subido la concentración de cianuro de la pileta; Voladuras.	No, sólo evidencias de retroexcavadoras.	No, sólo retroexcavadoras	
Accesible c/vehículo	Accesible c/vehículo	Accesible c/vehículo	Accesible c/vehículo
Casas aisladas	Casas aisladas	Poblado	Poblado
Caminería interna	Caminería Municipal	Nacional; Interna	Municipal; Interna
Área agrícola-ganadera	Área agrícola-ganadera	Área agrícola-ganadera	área protegida; agrícola-ganadera
	Es una zona donde hay muchas canteras de tosca y balasto	Las canteras se encuentran dentro de la zona poblada	
Au en vetas de qz	Área de granitoides sin/tardi tectónicos. Granito leucócrata a Qz, Fd alcalino y bt.	Depósitos limo-arcillosos (FB, L, D o VS)	Arenas cenozoicas blancas
	Muchas familias de diacласas que han facilitado el intemperismo de la roca y su extracción también.	Nada	
Veta tabular?	Irregular	Planicie	Dunas y cordones de dunas
Subverticales, retroceso de bordes evidente	Taludes dirección NE lado N muy verticalizados, la escarpa ya llegó a pasar el alambrado para el terreno del vecino. Algunas zonas de los taludes NE del S y SE del S están también con pendientes verticales.	Estables en general	
	Todos los taludes están demasiado cerca de los bordes del padrón, incluso los que dan contra el camino municipal.	Sacaron 3m desde la cota inicial y nivelaron el terreno	enorme
Si	SI	SI	SI
Directo a cañada	20m		A 300 m de la playa
Agrícola; Otros	Agrícola	Agrícola, Industrial, Otros	Agrícola, Industrial; Otros
	A° Sauce - A° La Pachina - Río San José		
NO	NO		
NO	NO		

Identificación de impactos/peligros potenciales (más conspicuos)

Código I.D.:	Contaminación/Seguridad-físicos	Indicadores
UYSJ0001	Contaminación aguas	en proxima tabla + sustancia laminar superficial tornasolada
UYSJ0001	Erosión	erosión laminar; cárcavas; superficies corroídas; retrocesos de bordes
UYSJ0001	Arrastre y degradación de la cubierta vegetal	hay vegetación, pero se observan evidencias de arrastre en las paredes del tajo
UYSJ0001	Caídas en pozos, trincheras, etc.	Acceso fácil, paredes de hueco de gran altura, bordes no visibles en algunas zonas
UYSJ0001	Colapso de paredes y/o taludes	Evidencias de desprendimientos (bloques moderados), múltiples bloques caídos; conos de deyección; pendientes entre 60-90°
UYSJ0002	Contaminación aguas	pH de 9,16: por presencia de carbonatos
UYSJ0002	Erosión	Retroceso del borde, evidencias de desprendimientos del borde y paredes.
UYSJ0002	Arrastre y degradación de la cubierta vegetal	Vinculado a problemas de estabilidad de la pared de mayor altura (desprendimiento de material y cubierta vegetal)
UYSJ0002	Colapso de paredes y/o taludes	Información histórica: Accidente, colapso de la cantera. Pendientes entre 60° a verticales.
UYSJ0002	Caídas en pozos, trincheras, etc.	Bordes peligrosos, fácil acceso
UYSJ0002	Accidentes asociados a material abandonado	Si, en el fondo está todo el equipo
UYSJ0003	Colapso de paredes y/o taludes	material caído por desprendimiento
UYSJ0003	Caídas en pozos, trincheras, etc.	Acceso fácil, algunas paredes de hueco de gran altura, bordes no visibles en algunas zonas, bordes inestables
UYSJ0004	Colapso de paredes y/o taludes	algunas grietas, cárcavas y superficies corroídas, erosión laminar; material caído por desprendimiento
UYSJ0004	Erosión	por ángulos de pendientes en épocas de precipitaciones
UYSJ0004	Arrastre y degradación de la cubierta vegetal	falta de vegetación en zona inmediata
UYSJ0006	Contaminación	Basura tirada por todas partes. Algas filamentosas en agua de los tajos (aún así, había tortugas y patos)
UYSJ0006	Arrastre y degradación de la cubierta vegetal	Grietas de desecación, cárcavas, superficies corroídas
UYSJ0006	Colapso de paredes y/o taludes	evidencias por conos de deyección, coronas de deslizamiento.
UYSJ0006	Caídas en pozos, trincheras, etc.	Fácil acceso a bordes de pozo, evidencias de visitantes, bordes inestables.
UYSJ0007	Generación de polvo	en verano, sobre todo en la planta pero eso no es asunto de este trabajo
UYSJ0007	Erosión	grietas de desecación, cárcavas
UYSJ0007	Arrastre y degradación de la cubierta vegetal	Retroceso del borde, evidencias de desprendimientos de cubierta vegetal y suelo
UYSJ0008	Contaminación aguas	por degradación de las dunas (cubierta protectora)
UYSJ0008	Otros	Combustibles y aceites de la maquinaria. Construyen micropuertos para la maquinaria con cemento.
UYSJ0008	Erosión	de la playa de dunas, morfología natural de la faja costera
UYSJ0008	Caídas en pozos, trincheras, etc.	Posible, está con poca vigilancia. No hay buena cartelería y cercados, y en el tajo en particular que visitamos no había ningún tipo de seguridad.
UYSJ0005	Caídas en pozos, trincheras, etc.	Posible, no tienen cercos, parcialmente inundadas y aprox 50m de profundidad
UYSJ0005	Erosión	Cárcavas, superficies corroídas, coronas de desprendimiento
UYSJ0005	Arrastre y degradación de la cubierta vegetal	Retroceso de bordes, evidencias de desprendimiento de la cubierta vegetal
UYSJ0005	Accidentes asociados a material abandonado	Maquinaria abandonada, equipamiento
UYSJ0005	Contaminación aguas	Pozos de exploración protuberantes, rotos y destapados
UYSJ0005	Colapso de paredes y/o taludes	verticalidad de paredes, erosión presente, evidencias de retroceso de borde de pozo, evidencias de material desprendido

Análisis de aguas de pozo con el multímetro

Código I.D.:	pH	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Salinidad (ppm)
UYSJ0001	7,78	17,1	540	326	197
UYSJ0002	9,1	17	118	78,3	43,4
UYSJ0003	7,42	19,9	28,6	21,6	14,2
UYSJ0004	6,55	22,8	17,2	15,2	9,1
UYSJ0004	6,68	19,8	49,3	38,9	25,3
UYSJ0004	6,91	21,7	10,3	11,9	7,1
UYSJ0006	8,27	18,7	578	395	278
UYSJ0007	7,96	25,6	86	73,4	35,6
UYSJ0008	7,46	26,6	72,1	36,4	34

Anexo V

Resultados del SAPR de los sitios estudiados

Resultados para el sitio UYSJ0001

Peligro Potencial	Caracterización	Receptores	I.P.	Severidad	Matriz de Riesgo
Estabilidad de paredes/ taludes	Colapso	H	Bajo	Alta	1
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Medio	Moderada	2
Estabilidad de bordes de pozo	Colapso y caídas	H.	Bajo	Catastrófica	2
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Medio	Moderada	2
Profundidad	Caídas	H.	Bajo	Alta	2
		M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Medio	Moderada	2
Erosión y pérdida de suelo	Pérdida del recurso	M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Despreciable	1
	Modificación de escorrentías	M.A.	Despreciable	Despreciable	1
Inundada	Calidad del agua/comunidad acuática	H.	Despreciable	Despreciable	1
		H.S.	Despreciable	Despreciable	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Baja	1
	Caídas (ahogamientos)	H.	Despreciable	Alta	1
		M.A.	Bajo	Alta	2
		A.E.	Bajo	Moderada	2
Química del agua del pozo	Afectación de las aguas subterráneas y superficiales	H.	Bajo	Baja	1
		H.S.	Bajo	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Despreciable	Despreciable	1
Emisiones de efluentes líquidos	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)			
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	Bajo	Baja	1
		H.S.	Despreciable	Baja	1
		M.A.	Bajo	Baja	1
Filtraciones superficiales	Calidad de aguas superficiales	(*)			
	Impactos corriente abajo/ecosistémicos	M.A.	Bajo	Baja	1
Infiltraciones	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)			
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	Bajo	Moderada	2
		H.S.	Bajo	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
Otros	Colapso infraestructura edificaciones	H.	Despreciable	Alta	1
		H.S.	Despreciable	Despreciable	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2

		A.E.	Bajo	Moderada	2
				Total	53

Resultados para el sitio UYSJ0002

Peligro Potencial	Caracterización	Receptores	I.P.	Severidad	Matriz de Riesgo
Estabilidad de paredes/taludes	Colapso	H	Bajo	Alta	2
		M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Moderada	2
Estabilidad de bordes de pozo	Colapso y caídas	H.	Bajo	Catastrófica	2
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Medio	Moderada	2
Profundidad	Caídas	H.	Medio	Catastrófica	3
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Medio	Moderada	2
Erosión y pérdida de suelo	Pérdida del recurso	M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Baja	1
	Modificación de escorrentías	M.A.	Bajo	Baja	1
	Facilita la infiltración	H.	Bajo	Alta	2
		M.A.	Bajo	Alta	2
Inundada	Calidad del agua/comunidad acuática	H.	Bajo	Alta	2
		H.S.	Medio	Moderada	2
		M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Medio	Despreciable	1
	Caídas (ahogamientos)	H.	Medio	Catastrófica	3
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Medio	Moderada	2
Química del agua del pozo	Comunidad acuática y terrestre	(*)			
	Afectación de las aguas subterráneas y superficiales	H.	Bajo	Alta	2
		H.S.	Bajo	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Despreciable	1
Emisiones de efluentes líquidos	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)			
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	Bajo	Moderada	2
		H.S.	Bajo	Baja	
		M.A.	Bajo	Moderada	2
Configuración superficial	Posible infiltración de precipitados	M.A.	Despreciable	Moderada	1
Filtraciones superficiales	Calidad de aguas superficiales	(*)			
	Impactos corriente abajo/ecosistémicos	M.A.	Bajo	Moderada	2
				Total	57

Resultados para el sitio UYSJ0003

Peligro Potencial	Caracterización	Receptores	I.P.	Severidad	Matriz de Riesgo
Estabilidad de paredes/taludes	Colapso	H	Despreciable	Catastrófica	1
		M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Medio	Moderada	2
Estabilidad de bordes de pozo	Colapso y caídas	H.	Despreciable	Catastrófica	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Medio	Moderada	2
Profundidad	Caídas	H.	Despreciable	Catastrófica	1
		M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Moderada	2
Erosión y pérdida de suelo	Pérdida del recurso	M.A.	Despreciable	Baja	1
		A.E.	Despreciable	Despreciable	1
Inundada	Calidad del agua/comunidad acuática	H.	Despreciable	Despreciable	1
		H.S.	Despreciable	Despreciable	1
		M.A.	Despreciable	Moderada	1
		A.E.	Despreciable	Baja	1
	Caídas (ahogamientos)	H.	Despreciable	Catastrófica	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Moderada	2
Química del agua del pozo	Comunidad acuática y terrestre	M.A.	Bajo	Moderada	2
	Afectación de las aguas subterráneas y superficiales	H.	Despreciable	Baja	1
		H.S.	Despreciable	Despreciable	1
		M.A.	Despreciable	Moderada	1
		A.E.	Despreciable	Baja	1
Emisiones de efluentes líquidos	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)			
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	Despreciable	Despreciable	1
		H.S.	Despreciable	Baja	1
		M.A.	Despreciable	Moderada	1
Configuración superficial	Posible infiltración de precipitados	M.A.	Despreciable	Baja	1
Filtraciones superficiales	Calidad de aguas superficiales	(*)			
	Impactos corriente abajo/ecosistémicos	M.A.	Despreciable	Moderada	1
Infiltraciones	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)			
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	Despreciable	Despreciable	1
		H.S.	Despreciable	Baja	1
		M.A.	Despreciable	Moderada	1
				Total	40

Resultados para el sitio UYSJ0004

Peligro Potencial	Caracterización	Receptores	I.P.	Severidad	Matriz de Riesgo
Estabilidad de paredes/taludes	Colapso	H	Bajo	Alta	2
		M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Baja	1
Erosión y pérdida de suelo	Pérdida del recurso	M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Baja	1
Inundada	Calidad del agua/comunidad acuática	H.	Despreciable	Despreciable	1
		H.S.	Despreciable	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Despreciable	Baja	1
	Caídas (ahogamientos)	H.	Despreciable	Alta	1
		M.A.	Baja	Moderada	2
		A.E.	Baja	Moderada	2
Química del agua del pozo	Comunidad acuática y terrestre	M.A.	Despreciable	Moderada	1
	Afectación de las aguas subterráneas y superficiales	H.	Despreciable	Baja	1
		H.S.	Despreciable	Baja	1
		M.A.	Baja	Moderada	2
		A.E.	Despreciable	Despreciable	1
Emisiones de efluentes líquidos	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)			
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	Despreciable	Despreciable	1
		H.S.	Despreciable	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
Configuración superficial	Posible infiltración de precipitados	M.A.	Despreciable	Moderada	1
Filtraciones superficiales	Calidad de aguas superficiales	(*)			
	Impactos corriente abajo/ecosistémicos	M.A.	Bajo	Baja	1
				Total	30

Resultados para el sitio UYSJ0005

Peligro Potencial	Caracterización	Receptores	I.P.	Severidad	Matriz de Riesgo
Estabilidad de paredes/taludes	Colapso	H	Bajo	Catastrófica	2
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Bajo	Moderada	2
Estabilidad de bordes de pozo	Colapso y caídas	H.	Bajo	Catastrófica	2
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Bajo	Alta	2
Profundidad	Caídas	H.	Bajo	Catastrófica	2
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Medio	Alta	3
Erosión y pérdida de suelo	Pérdida del recurso	M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Baja	1
	Modificación de escorrentías	M.A.	Bajo	Alta	2
	Facilita la infiltración	H.	Bajo	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
Inundada	Calidad del agua/comunidad acuática	H.	#	#	#
		H.S.	#	#	#
		M.A.	#	#	#
		A.E.	#	#	#
	Caídas (ahogamientos)	H.	Bajo	Catastrófica	2
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Bajo	Moderada	2
Química del agua del pozo	Comunidad acuática y terrestre	(*)	#	#	#
	Afectación de las aguas subterráneas y superficiales	H.	#	#	#
		H.S.	#	#	#
		M.A.	#	#	#
		A.E.	#	#	#
Emisiones de efluentes líquidos	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)	#	#	#
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	#	#	#
		H.S.	#	#	#
		M.A.	#	#	#
Configuración superficial	Posible infiltración de precipitados	M.A.	Bajo	Moderada	2
Filtraciones superficiales	Calidad de aguas superficiales	(*)	#	#	#
	Impactos corriente abajo/ecosistémicos	M.A.	#	#	#
Infiltraciones	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)	#	#	#

	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	#	#	#
		H.S.	#	#	#
		M.A.	#	#	#
Otros	Colapso infraestructura edificaciones	H.	Despreciable	Catastrófica	1
		H.S.	Despreciable	Despreciable	1
		M.A.	Despreciable	Baja	1
		A.E.	Despreciable	Moderada	1
	Incidentes asociados a equipamiento abandonado	H.	Bajo	Alta	2
		M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Moderada	2
	Infiltraciones por pozos exploratorios abiertos, descubiertos y rotos	H.	Bajo	Moderada	2
		H.S.	Bajo	Moderada	2
		M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Baja	1
				Total (#)	56

sin datos.

Resultados para el sitio UYSJ0006

Peligro Potencial	Caracterización	Receptores	I.P.	Severidad	Matriz de Riesgo
Estabilidad de paredes/taludes	Colapso	H	Medio	Alta	3
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Bajo	Baja	1
Estabilidad de bordes de pozo	Colapso y caídas	H.	Medio	Alta	3
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Bajo	Moderada	2
Profundidad	Caídas	H.	Medio	Alta	3
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Bajo	Moderada	2
Erosión y pérdida de suelo	Pérdida del recurso	M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Baja	1
	Modificación de escorrentías	M.A.	Despreciable	Moderada	1
	Facilita la infiltración	H.	Bajo	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
Inundada	Calidad del agua/comunidad acuática	H.	Despreciable	Baja	1
		H.S.	Bajo	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Despreciable	Baja	1
	Caídas (ahogamientos)	H.	Medio	Alta	3
		M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Moderada	2
Química del agua del pozo	Comunidad acuática y terrestre	(*)			
	Afectación de las aguas subterráneas y superficiales	H.	Bajo	Baja	1
		H.S.	Despreciable	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Baja	1
Emisiones de efluentes líquidos	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)			
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	Despreciable	Baja	1
		H.S.	Despreciable	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
Filtraciones superficiales	Calidad de aguas superficiales	(*)			
	Impactos corriente abajo/ecosistémicos	M.A.	Bajo	Baja	1
Otros	Contaminación por residuos dejados por visitantes	H.	Bajo	Baja	1
		H.S.	Bajo	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Despreciable	Baja	1
				Total	57

Resultados para el sitio UYSJ0007

Peligro Potencial	Caracterización	Receptores	I.P.	Severidad	Matriz de Riesgo
Erosión y pérdida de suelo	Pérdida del recurso	M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Despreciable	1
	Modificación de escorrentías	M.A.	Despreciable	Baja	1
	Facilita la infiltración	H.	Despreciable	Baja	1
		M.A.	Bajo	Baja	1
Inundada	Calidad del agua/comunidad acuática	H.	Despreciable	Baja	1
		H.S.	Despreciable	Baja	1
		M.A.	Bajo	Baja	1
		A.E.	Despreciable	Moderada	1
Química del agua del pozo	Comunidad acuática y terrestre	(*)			
	Afectación de las aguas subterráneas y superficiales	H.	Bajo	Baja	1
		H.S.	Bajo	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
		A.E.	Despreciable	Baja	1
Emisiones de efluentes líquidos	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)			
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	Despreciable	Baja	1
		H.S.	Despreciable	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
Filtraciones superficiales	Calidad de aguas superficiales	(*)			
	Impactos corriente abajo/ecosistémicos	M.A.	Despreciable	Baja	1
Infiltraciones	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)			
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	Bajo	Moderada	2
		H.S.	Despreciable	Baja	1
		M.A.	Bajo	Moderada	2
Otros	Contaminación por residuos dejados por visitantes	H.	Medio	Moderada	2
		H.S.	Bajo	Moderada	2
		M.A.	Medio	Moderada	2
		A.E.	Bajo	Baja	1
				Total	32

Resultados para el sitio UYSJ0008

Peligro Potencial	Caracterización	Receptores	I.P.	Severidad	Matriz de Riesgo
Estabilidad de bordes de pozo	Colapso y caídas	H.	Bajo	Catastrófica	1
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Bajo	Baja	1
Profundidad	Caídas	H.	Bajo	Catastrófica	1
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Bajo	Baja	1
Erosión y pérdida de dunas	Pérdida del recurso	H.S.	Medio	Moderada	2
		M.A.	Alto	Alta	4
		A.E.	Bajo	Baja	1
	Facilita la infiltración	H.	Medio	Alta	3
		M.A.	Medio	Alta	3
Inundada	Calidad del agua/comunidad acuática	H.	Bajo	Moderada	2
		H.S.	Medio	Moderada	2
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Bajo	Baja	1
	Caídas (ahogamientos)	H.	Bajo	Catastrófica	1
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Bajo	Baja	1
Química del agua del pozo	Comunidad acuática y terrestre	(*)			
	Afectación de las aguas subterráneas y superficiales	H.	Bajo	Baja	1
		H.S.	Medio	Moderada	2
		M.A.	Medio	Alta	3
		A.E.	Bajo	Baja	1
Emisiones de efluentes líquidos	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)			
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	Bajo	Moderada	2
		H.S.	Bajo	Moderada	2
		M.A.	Medio	Moderada	2
Infiltraciones	Afectación a las aguas subterráneas y superficiales	(*)			
	Posible afectación a la comunidad ecológica local y población	H.	Bajo	Baja	1
		H.S.	Bajo	Moderada	2
		M.A.	Medio	Alta	3
				Total	55