

GUÍA PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS INNOVADORAS SOSTENIBLES EN LA MINERÍA

PROGRAMA DE DESARROLLO DE
PRÁCTICAS INNOVADORAS
SOSTENIBLES PARA LA INDUSTRIA
MINERA



JULIO DE 2011

Descargo de responsabilidad

Esta publicación ha sido realizada por el Centro australiano para las prácticas mineras sostenibles con el apoyo del Comité Directivo del Programa de Desarrollo de Prácticas Innovadoras Sostenibles para la Industria Minera. Reconocemos y agradecemos el esfuerzo de todos los colaboradores.

Los puntos de vista y opiniones expresados en esta publicación no reflejan necesariamente los del Gobierno Federal o del Ministerio de Recursos, Energía y Turismo. Si bien se han tomado todas las medidas posibles para garantizar que el contenido de esta publicación sea factualmente correcto, el Gobierno Federal no se hace responsable de la precisión o completitud de dicho contenido, así como de ninguna pérdida o daño que pudieran ser ocasionados directa o indirectamente por el uso o por confiar en el contenido de esta publicación.

Los usuarios de este manual deben tener en cuenta que ha sido concebido como una referencia general y no pretende reemplazar el asesoramiento profesional que los usuarios pudieran necesitar en circunstancias particulares. La referencia a empresas o productos en este manual no debe considerarse como una aprobación del Gobierno Federal de dichas empresas o productos.

Fotografía de la portada: Río Morwell después del desvío

ISBN 978-1-921812-48-4 (libro en papel)

ISBN 978-1-921812-49-1 (PDF en línea)

© Creative Commons

<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/au/>

Este informe está disponible en virtud de una licencia australiana de Atribución 3.0 a Creative Commons. Mientras subsistan los derechos de autor en citas de terceros y diagramas, pertenecen a los dueños originales y es preciso solicitar autorización para volver a utilizar dicho material.

El informe deberá atribuirse al Programa de Oportunidades Continuas para la Eficiencia de la Energía, Informe 2010, Una mirada a los resultados del Programa de Oportunidades Continuas para la Eficiencia de la Energía 2006-2010, tomado de informes públicos de evaluaciones realizadas durante el período comprendido entre julio de 2006 y junio de 2010.

Las consultas sobre la licencia y uso del informe pueden hacerse en: ret@ret.gov.au

Para mayor información, comunicarse con:

Gerente de

Medios y Comunicaciones

Departamento de Recursos, Energía y Turismo

GPO Box 1564

Canberra ACT 2601

Teléfono: + 61 2 6276 7003

Fax: + 61 2 6243 7037

Correo electrónico: ret@ret.gov.au

Se puede acceder a este informe en el sitio web del Departamento: <http://www.ret.gov.au>

Julio de 2011

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	VI
PRÓLOGO	IX
1.0 INTRODUCCIÓN	1
Propósito y el diseño de esta Guía	1
Destinatarios	6
Desarrollo sostenible e industria minera	7
Minería sostenible	9
Prácticas innovadoras	17
Los estudios de casos	18
2.0 DESARROLLO PREVIO: EXPLORACIÓN MINERAL Y FACTIBILIDAD	19
Mensajes clave	19
Introducción	20
La justificación económica de la sostenibilidad en la exploración mineral y en la factibilidad	23
Contaminantes aéreos, ruido y vibraciones	23
Gestión de la diversidad biológica	27
La participación de la comunidad en las primeras etapas	33
Predicción de drenaje de ácidos y metales	46
Evaluación de la ejecución: vigilancia y auditoría	51
Cierre de la mina	54
Gestión del riesgo y exploración	55
Planificación de la gestión hídrica	55

3.0 DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN	61
Mensajes clave	61
Introducción	62
La justificación económica de la sostenibilidad en el desarrollo y la construcción	63
Contaminantes aéreos, ruido y vibraciones	67
Gestión de la diversidad biológica durante el desarrollo y la construcción	69
Participación de la comunidad durante el desarrollo y la construcción	70
Comunidades indígenas	73
Vigilancia	75
Planificación de la rehabilitación de la mina durante el desarrollo y la construcción	79
Planificación del cierre de la mina durante el desarrollo y la construcción	79
Gestión del riesgo	80
Administración responsable	81
Planificación, diseño y construcción de instalaciones para el almacenamiento de derrubios	82
Gestión hídrica	84
4.0 OPERACIONES DE MINERÍA Y PROCESAMIENTO	88
Mensajes clave	88
Introducción	89
Contaminantes aéreos, ruido y vibraciones	89
Diversidad biológica	91
La comunidad y las operaciones mineras	95
Cianuro	100
Cuadro 1: Principales accidentes recientes causados por cianuro	103
Vigilancia durante las operaciones	106
Sustancias peligrosas	108
Manejo del drenaje de ácidos de minas	110
Riesgos de las operaciones mineras	112
Administración responsable	114

Manejo de derrubios durante las operaciones mineras	118
Gestión hídrica	121
5.0 REHABILITACIÓN Y CIERRE DE LA MINA	132
Mensajes clave	132
Introducción	133
Justificación económica de la sostenibilidad en la rehabilitación y el cierre de una mina	134
Diversidad biológica y cierre	137
La comunidad y el cierre	140
Gestión del riesgo del drenaje de ácido de la mina en el cierre	156
Sustancias peligrosas	159
Rehabilitación final	163
Gestión del riesgo	171
Rehabilitación y cierre de los derrubios de la mina	174
Gestión hídrica	177
REFERENCIAS	179
GLOSARIO Y ACRÓNIMOS	183



AGRADECIMIENTOS

El Programa de Desarrollo de Prácticas Innovadoras Sostenibles (LPSD) está gestionado por un Comité Directivo presidido por el Departamento de Recursos, Energía y Turismo del Gobierno de Australia. La Guía para el desarrollo de prácticas innovadoras sostenibles en la minería no podría haberse completado sin la cooperación y participación de todos los miembros del Comité Directivo y sus empleadores, que aceptaron poner a disposición su tiempo y conocimiento especializado.



David Laurence FAusIMM
Autor principal

Director y Titular de la cátedra Mitsubishi
Centro australiano para las prácticas mineras sostenibles
Universidad de New South Wales



Australian Government
**Department of Resources,
Energy and Tourism**

Secretaría
Chris Stamford
Presidente- Comité Directivo de LPSD
y
Rama de Minerales
Departamento de Recursos, Energía y Turismo



Steve Barry
Administrador - Enlace con las partes interesadas
Rama de sostenibilidad ambiental
Departamento de Industrias Primarias
Nueva Gales del Sur



Sra. Naomi Oosting
Departamento de Industrias Primarias
Victoria



Henry Andryszczak
Regulación y Rehabilitación de la Minería
Industrias Primarias y Recursos SA (PIRSA)



**Northern
Territory
Government**

Mike Fawcett
Científico principal en minería
División de rendimiento minero
Departamento de recursos Territorio del Norte



Chris McCombe
Medio Ambiente y Políticas Sociales
Consejo de Minerales de Australia



Sr. Ron McLean
Gerente de Transferencia de conocimientos de SMI
JKTech Pty Ltd



Australian Government
Department of Sustainability, Environment,
Water, Population and Communities
Supervising Scientist

Dr. David Jones
Director
Instituto de Supervisión Científica de la Investigación del Medio
Ambiente
División de Supervisión Científica
Departamento de Sostenibilidad, Medio Ambiente, Agua,
Población y Comunidades

Las siguientes personas y organizaciones contribuyeron al libro de consulta mediante su conocimiento especializado: Kuntala Lahiri-Dutt; Gurdeep Singh; Dominic ChuVan; Malcolm Scoble; J. Shandro; M. Koehoorn; Caroline Cannon; Lucy Roberts; Keith Halford; Lawrence Hu; John Koch; Carl Grant; John Gardiner; May Hermanus; Jurgen Kretschman; Geraldine Maguire; Cristian Para; Dao Hong Quang; Adriana Eftimie y Nicole Edkins.

Asimismo, agradecemos el trabajo de los miembros del Grupo de Trabajo que contribuyeron a los manuales del Programa de desarrollo de prácticas innovadoras sostenibles para la industria minera.

El Gobierno de Australia, como parte de su compromiso con la Asociación Asia-Pacífico sobre desarrollo limpio y clima, ha financiado este proyecto.







PRÓLOGO DEL LIBRO DE CONSULTA DEL PROGRAMA DE DESARROLLO DE PRÁCTICAS INNOVADORAS SOSTENIBLES

La industria minera australiana se halla a la vanguardia de la búsqueda mundial del desarrollo sostenible. El compromiso con el desarrollo de prácticas innovadoras sostenibles es crucial para que una empresa minera obtenga y mantenga su “licencia social para funcionar” en la comunidad.

Los manuales en la serie Desarrollo de prácticas innovadoras sostenibles en la minería integran aspectos ambientales, económicos y sociales en todas las fases de producción de minerales, desde la exploración hasta la construcción, explotación y cierre de los emplazamientos. Para decirlo de una manera simple, el concepto de práctica innovadora consiste en identificar e implementar la mejor manera de hacer las cosas en un determinado emplazamiento. En la medida en que surgen nuevos retos y se elaboran nuevas soluciones, o se conciben soluciones mejores para las cuestiones ya existentes, es importante que las prácticas innovadoras sean flexibles y novedosas, para elaborar soluciones que coincidan con las necesidades de cada emplazamiento. Aunque existen unos principios básicos, las prácticas innovadoras son más un enfoque y una actitud que un conjunto fijo de prácticas o una tecnología en particular.

El Centro australiano para las prácticas mineras sostenibles de la Universidad de Nueva Gales del Sur, con el apoyo del Comité Directivo del Programa, ha elaborado este libro de consulta como complemento a los Manuales de LPSD. Esta nueva publicación brinda un punto de referencia único para informarse sobre los principios de las prácticas innovadoras y cómo aplicarlos y mejorarlos durante el ciclo vital de una mina, dado que se han recopilado las lecciones principales de los libros sobre prácticas innovadoras y estudios de casos de todo el mundo.

Este libro de consulta está diseñado para prestar asistencia a la industria minera, para que maximice las oportunidades para el desarrollo económico y social implementando los principios de las prácticas innovadoras para el desarrollo sostenible, y para brindar soluciones prácticas en el campo de la minería en Australia y en otros países del mundo.



El Honorable Martin Ferguson AM, Parlamentario
Ministro de Recursos y Energía
Ministro de Turismo





1.0 INTRODUCCIÓN

Propósito y diseño de esta Guía



Figura 1.1. Rehabilitación progresiva del hueco inicial (en segundo plano) durante la construcción del portal en la mina Kencana de Newcrest, Indonesia

La iniciativa del Programa de Desarrollo de Prácticas Innovadoras en la Minería fue un esfuerzo colaborativo que lanzaron en 2006 el Gobierno de Australia y la industria minera. Los manuales producidos sobre la base del conocimiento de las tecnologías de punta y los estudios de casos de ese momento forman parte de la serie de folletos Gestión de las Mejores Prácticas Ambientales en la Minería (BP) iniciada en 1995. Aun cuando en algunas áreas el contenido es obsoleto, la serie BP sigue siendo una excelente lectura suplementaria y de antecedentes de la serie Prácticas Innovadoras.

El Programa de Prácticas Innovadoras se proponía identificar las cuestiones clave que influyen en el desarrollo sostenible en la industria minera y brindar información y estudios de casos para permitir que sus operaciones cuenten con una base más sostenible. El resultado del programa fue una serie de manuales pertinentes para todas las etapas de la vida de una mina: exploración, factibilidad, diseño, construcción, explotación, cierre y rehabilitación, como puede observarse en la Figura 1.2.



Figura 1.2: Fases de un proyecto de minería tratadas en los Manuales de Prácticas Innovadoras.

El Programa cuenta con 14 manuales, más un Panorama General. Los títulos de los manuales son (en orden alfabético):

- Administración responsable
- Cierre y terminación de minas
- Contaminantes aéreos, ruido y vibraciones
- Evaluación del rendimiento: vigilancia y auditoría
- Gestión de la diversidad biológica
- Gestión del riesgo
- Gestión hídrica
- Manejo de los derrubios
- Manejo de materiales peligrosos
- Manejo del cianuro
- Manejo del drenaje de ácidos y metales
- Participación de la comunidad y desarrollo
- Rehabilitación de minas
- Trabajar con las comunidades indígenas

Administración responsable (LP Administración)

La administración responsable comprende el cuidado y el manejo de una materia prima durante su ciclo vital. Debe constituir un programa integrado de acciones cuyo propósito sea garantizar que todos los materiales, procesos, bienes y servicios se gestionen a lo largo del ciclo vital de una manera responsable desde el punto de vista social y ambiental.

Cierre y terminación de minas (LP Cierre)

Las minas que no se cierran bien y que quedan en ruinas (sin nadie a cargo o abandonadas) son una herencia complicada para gobiernos, comunidades y empresas y, en última instancia, estigmatizan a la industria minera en su conjunto. Cada vez más, en la medida en que el acceso a los recursos queda ligado a la reputación de la industria y de las corporaciones, los procesos de cierre eficaces y la terminación satisfactoria de las minas resultan fundamentales para que una empresa esté en condiciones de desarrollar nuevos proyectos. Poca planificación y un financiamiento inadecuado invariablemente aumentan los costes del cierre y disminuyen la rentabilidad total, obstaculizando la capacidad de una empresa para desarrollar nuevos proyectos. La adopción de un enfoque más integrado en la planificación del cierre de minas, realizada anticipadamente, puede lograr el cierre y terminación de minas de forma efectiva.

Contaminantes aéreos, ruido y vibraciones (LP ACNV)

En este manual se tratan cuestiones relativas a las emisiones de partículas (polvo, gasoil, sílice), ruido y vibraciones y su control en las operaciones mineras. Estas cuestiones pueden tener un impacto importante en las comunidades locales y contribuyen a las preocupaciones sobre los actuales riesgos para la salud y el medio ambiente.

Evaluación del rendimiento: vigilancia y auditoría (LP Vigilancia)

En este manual se aborda el impacto continuo de todas las etapas de un proyecto de recursos, desde la planificación inicial, pasando por el desarrollo y la explotación, hasta el cierre y la rehabilitación. Se incluyen los requisitos para una evaluación del impacto ambiental de un proyecto, elaboración y ejecución de sistemas de gestión ambiental, rendimiento, vigilancia y auditoría, todo lo cual contribuye a la licencia social de la compañía para llevar a cabo sus operaciones.

Gestión de la diversidad biológica (LP Diversidad biológica)

Este manual aborda el amplio tema de la gestión de la diversidad biológica en las operaciones mineras, que incluye las leyes de protección y conservación del medio ambiente y compensaciones para la flora, la fauna y el medio ambiente. La minería suele realizarse en medioambientes naturales muy sensibles, de manera que la protección de la diversidad biológica tiene que ser parte clave del programa de gestión ambiental de las actividades mineras.

Gestión del riesgo (LP Riesgo)

El riesgo es una consecuencia inevitable de las operaciones de minería, y la adopción de un enfoque firme y exhaustivo en la gestión del riesgo se justifica económicamente. En este manual se abordan cuestiones relativas a la identificación, evaluación y gestión del riesgo en la industria minera.

Gestión hídrica (LP Hídrica)

En este manual se tratan las prioridades sostenibles dentro del sector minero en relación con la gestión hídrica. El agua es esencial para casi todas las actividades mineras y, por lo general, el medio principal en el que se pueden transportar los contaminantes hacia el medio ambiente más amplio. Asimismo, a las comunidades les preocupa su uso, sobre todo en regiones cuyo sustento se basa en la agricultura o en otras industrias intensivas con dependencia hídrica. Por consiguiente, una gestión hídrica racional es fundamental para todas las operaciones mineras. El agua debe gestionarse en todas las etapas del ciclo vital de las operaciones con minerales. Un principio clave de la gestión hídrica racional es reconocer que el agua es un activo con valor social, cultural, ambiental y económico.

Manejo de los derrubios (LP Derrubios)

Este manual refiere la gestión de los derrubios a lo largo de la vida del proyecto (que incluye la planificación, el diseño, la explotación y cierre de los lugares de almacenamiento de derrubios). Los derrubios son una combinación del material sólido de grano fino que queda después de que los metales y minerales recuperables se hayan extraído del mineral mixto y el agua remanente tras el procesamiento. La composición física y química varía según la naturaleza del material, es decir, sus parámetros geofísicos y geoquímicos, y según cómo se haya procesado, es decir, los procesos de transformación mecánica y/o química y cualquier otra actividad. Los derrubios pueden almacenarse de diferentes maneras, según sus propiedades geoquímicas, la topografía del emplazamiento, las condiciones climáticas y el contexto socioeconómico en que se ubican las operaciones de la mina y la trituradora.

Manejo de materiales peligrosos (LP Peligrosos)

En este manual se delinearán los principios para manejar los materiales peligrosos en la industria minera. Un material peligroso puede definirse como "cualquier material (biológico, químico o físico) que tiene el potencial de causar daños a los seres humanos, animales o al medioambiente cuando inadecuadamente se manipula, usa, trata, almacena, descarta o se somete a otro tipo de manejo". Cualquier punto del ciclo de vida o de la cadena de suministros puede incluir un material peligroso.

Manejo del cianuro (LP Cianuro)

Manejar el cianuro para reducir al mínimo los riesgos para la salud humana y del medioambiente representa uno de los retos clave a los que hace frente la industria minera. En este manual se consideran los principios y procedimientos para el manejo eficaz y seguro del cianuro. Se adopta un enfoque de gestión del riesgo y se atiende fundamentalmente a las principales prácticas innovadoras incluidas en el Código Internacional para el Manejo del Cianuro (el Código).

Manejo del drenaje de ácidos y metales (LP AMD)

En este manual se tratan las cuestiones de manejo relacionadas con los impactos ambientales y el saneamiento del drenaje de ácidos y metales en la industria minera. Este problema incluye todas las cuestiones asociadas a los efectos ambientales potenciales y reales de la oxidación de sulfuros como resultado de las actividades mineras. Las considerables posibilidades de que a largo plazo se produzca degradación del medioambiente la convierten en una de las cuestiones más importantes a las que se enfrentan algunos segmentos de la industria minera.

Participación de la comunidad y desarrollo (LP Comunidad)

En este manual se abordan algunas cuestiones clave concernientes a estos procesos en el sector minero. Ofrece ideas, enfoques y discusiones prácticas sobre los desafíos que las empresas pueden encontrar cuando comprometen a las comunidades locales y buscan contribuir a su desarrollo a corto y largo plazo. El manual se fundamenta en estudios de casos que muestran cómo se han enfrentado estos desafíos en contextos específicos.

Rehabilitación de minas (LP Rehabilitación)

En este manual se esbozan los principios y prácticas de la rehabilitación de las minas. La rehabilitación es el proceso usado para mitigar los impactos de la minería en el medioambiente. Los objetivos a largo plazo de la rehabilitación pueden variar desde la simple conversión en una zona segura y con condiciones estables, hasta restaurar las condiciones anteriores a la existencia de la mina cuanto sea posible para apoyar la futura sostenibilidad del emplazamiento.

Trabajar con las comunidades indígenas (LP Indígenas)

En este manual se reconoce la conexión tradicional e histórica que los pueblos aborígenes tienen con la tierra y los efectos de la colonización y el desarrollo, entre ellos, de la minería. También se abordan cuestiones transculturales y cómo impactan las actividades mineras en las comunidades indígenas vecinas. Se tratan temas relacionados con el reconocimiento de los derechos a la tierra y de propiedad de los nacidos en el lugar, así como el desarrollo y el fomento de las relaciones entre las compañías mineras y las comunidades indígenas a través de la realización de acuerdos. El reconocimiento de las diferencias culturales, lingüísticas, jurídicas y consuetudinarias son parte importante de estos procesos, y se abordan algunos principios de la participación de las comunidades.

Esta guía de consulta reúne la información que estaba en los manuales en una guía de referencia única, organizada de modo tal que refleje el ciclo vital de una operación de minería. Para reflejar su importancia al destacar los mensajes clave, se han conservado estudios de casos seleccionados. Los manuales han demostrado una gran popularidad a nivel mundial y, por lo tanto, en este libro de consulta se ha usado una cantidad de estudios de caso internacionales para enfatizar la aplicabilidad mundial de los mensajes clave. Estos estudios de caso no figuraban en los manuales LP.

En el capítulo 1 se brindan los antecedentes y el contexto, y se definen los conceptos de desarrollo y minería sostenibles. Los capítulos 2 a 5 reflejan el ciclo vital de una operación de minería, comenzando por el desarrollo previo (exploración mineral y factibilidad), desarrollo (construcción e infraestructura), explotación (minería y procesamiento) y desarrollo posterior (rehabilitación y cierre). A su vez, los capítulos se ordenan según áreas clave de desarrollo sostenible, que reflejan los 14 temas enumerados anteriormente.

La estructura está diseñada para permitir que el lector acceda rápidamente a un área clave de sostenibilidad a lo largo del ciclo vital de una mina. Por ejemplo, un gerente de mina puede estar interesado en las prácticas innovadoras en el desvío de un curso de agua durante la fase de desarrollo de la mina. Los puntos clave y un estudio de caso que trata dichos puntos se encuentran en el capítulo 3, desarrollo y construcción, gestión hídrica.

Aunque esta guía fue escrita principalmente por un autor único, hubo muchas personas que contribuyeron a ella, especialmente a través de su trabajo de compilación del Manual original. Al final de la guía se encuentra una lista de los colaboradores individuales. Destacamos que esta guía es una unificación de los manuales y, en los casos pertinentes, algunas secciones adquirieron énfasis especial en esta publicación.

Destinatarios

Gestión de las minas

Este libro está concebido principalmente para ser usado como herramienta de gestión para mejorar los resultados sostenibles en los emplazamientos mineros. Los destinatarios de este texto de consulta cumplen una variedad de roles dentro y alrededor de la industria, aun cuando el objetivo principal sea la gestión de los emplazamientos mineros, el nivel fundamental de la aplicación de prácticas innovadoras en las actividades mineras. Es responsabilidad del gerente de la mina y de su equipo evaluar los riesgos, identificar oportunidades y tomar medidas para aumentar el valor de la operación. Los gerentes también están en situación de usar esta experiencia para formular un modelo de negocio que permita cambiar las prácticas de una empresa a nivel corporativo. Aplicar prácticas mineras sostenibles agregará valor a una operación minera y mejorará las condiciones del estilo de vida de la comunidad en la que se ha instalado.

No obstante, el término gestión de las minas se usa aquí genéricamente, y también comprende a los responsables de la gestión de áreas funcionales, como la exploración, la construcción, el mantenimiento, la metalurgia, las operaciones mineras, así como los vínculos con el medio ambiente y las comunidades. El diseño de esta guía permitirá al lector extraer la información más valiosa en su caso, según las funciones estratégicas que cumpla cotidianamente.

Destinatarios técnicos

Además, las personas interesadas en las prácticas innovadoras en la industria minera, como directores y gerentes de empresas mineras, profesionales encargados de las relaciones con la comunidad, funcionarios medioambientales, consultores en minería, proveedores de la industria minera y entes a nivel gubernamental, encontrarán que este manual es importante.

Destinatarios no técnicos

El libro también será un texto útil sobre los fundamentos de las prácticas mineras sostenibles para quienes quizás no hayan estado expuestos a la industria minera o no hayan trabajado en el sector. Aunque algunas secciones son técnicas por necesidad, el libro está dirigido a una amplia gama de lectores. Reflejando la amplia naturaleza de las partes interesadas vinculadas a las operaciones mineras o que pueden potencialmente verse afectadas por ellas, la guía de consulta está también dirigida a representantes de organizaciones no gubernamentales (ONG), comunidades mineras, comunidades vecinas y estudiantes. Se ha escrito para alentarles a jugar un papel fundamental en la mejora constante del rendimiento del desarrollo sostenible de la industria minera.

La figura 1.3 presenta los destinatarios del manual de gestión hídrica. Esta, como otras figuras, gráficos y fotografías, se ha extraído directamente de los manuales. Las fuentes originales de los gráficos pueden encontrarse en los manuales. En el diagrama puede observarse que la gestión corporativa se interesará mayormente por aquellas áreas que afecten a la dirección estratégica del negocio, incluidos los impulsores de prácticas innovadoras. La gestión en los emplazamientos se centrará naturalmente en vigilar el rendimiento y los riesgos clave del sistema. El equipo operativo necesita orientación técnica detallada y de buena calidad para llevar a cabo mejor las prácticas innovadoras “en el terreno”. Son los que están más en contacto con las necesidades técnicas y las de las comunidades.

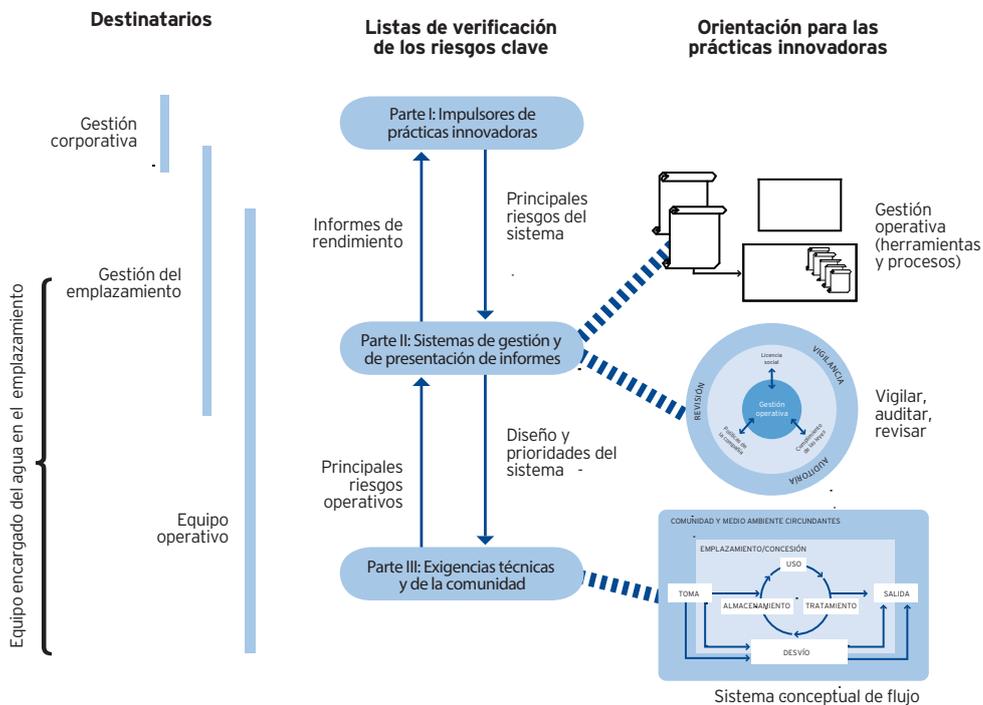


Figura 1.3 Los rasgos clave de las prácticas innovadoras, eje de la organización general del manual, incluidos los destinatarios más importantes y las principales áreas de interés (fuente: LP Hídrica)

Destinatarios internacionales

A pesar de estar centrados en la industria minera australiana, los manuales de prácticas innovadoras han muy buena recepción a nivel internacional. Se han traducido a varios idiomas, entre ellos el español, el chino y el indonesio. Esta guía de consulta está dirigida a un público más internacional, y se han incluido nuevos estudios de caso, para destacar las prácticas innovadoras a nivel mundial.

Dada la amplitud de los destinatarios y la gran variación en las experiencias en minería de los lectores, al final del libro se presenta un glosario exhaustivo.

Desarrollo sostenible e industria minera

La definición más ampliamente aceptada de desarrollo sostenible es la que brinda la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo en su informe señero *Nuestro futuro común* (el informe Brundtland): "un desarrollo que permita satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin que ello imposibilite a las generaciones futuras satisfacer sus propias necesidades". Hubo intentos por modificar y expandir esta definición, a veces en relación con sectores o poblaciones particulares, y algunos de estos se analizarán más adelante. Un principio esencial del desarrollo sostenible es el "principio de precaución", enunciado sencillamente en el acuerdo intergubernamental de 1992 sobre el medioambiente: cuando existan amenazas de daños serios o irreversibles para el medio ambiente, la falta de certeza científica absoluta no debería esgrimirse como razón para posponer medidas que impidan la degradación ambiental (DEWHA 1992).

En el sector de los minerales, desarrollo sostenible significa que las inversiones en proyectos relativos a los minerales deberían ser rentables económicamente, técnicamente apropiadas, ambientalmente racionales y socialmente responsables. Los negocios involucrados en la extracción de recursos no renovables vienen recibiendo cada vez mayor presión para incorporar el concepto de sostenibilidad en sus procesos y actividades de adopción de decisiones estratégicas. Además de estas consideraciones, las corporaciones responsables han podido avanzar hacia la sostenibilidad al desarrollar una gama de iniciativas de administración responsable adecuadas. El desarrollo económico, el impacto ambiental y las responsabilidades sociales deben gestionarse adecuadamente, y deben existir relaciones productivas entre gobiernos, industria y partes interesadas. Lograr una situación como esta es, simplemente, "una buena manera de hacer negocios".

No debe suponerse que una determinada operación necesita lograr prácticas innovadoras en todos los aspectos de sus actividades, dado que esto podría exigir un exceso de asignación y movilización de recursos (como gente y dinero) en relación con el beneficio que se obtendría. Potencialmente, esto podría restar esfuerzos a la gestión de otras áreas de prácticas innovadoras.

Recientemente, la industria y otras organizaciones han desarrollado una gama de marcos de políticas de desarrollo sostenible que ahora están funcionando como impulsores de mejores prácticas. Uno de ellos es el del Consejo Internacional sobre Minas y Metales (ICMM), que adoptó un conjunto de 10 Principios de desarrollo sostenible en 2003, para otorgarle un marco estratégico al compromiso de la industria con el desarrollo sostenible (ICMM, 2003). Para que los compromisos del ICMM tuviesen un efecto práctico y operativo, el Consejo de Minerales de Australia (MCA) elaboró *Un Valor Perdurable: Marco para el Desarrollo Sostenible de la Industria de Minerales de Australia* (MCA, 2004). Un Valor Perdurable está diseñado para ayudar a los gerentes del sector de los minerales a implementar el compromiso del sector de manera práctica y operativa, orientada al ámbito de los emplazamientos.

Al adoptar *Un Valor Perdurable*, el sector australiano de los minerales está reconociendo que su futuro está unido a la consecución del desarrollo sostenible, lo que significa funcionar "en sintonía con las expectativas de las comunidades y reconociendo que el sector comparte la responsabilidad con el gobierno y con la sociedad en un sentido amplio, para ayudar a facilitar el desarrollo de comunidades fuertes y sostenibles" (MCA, 2004).

Minería sostenible

La industria minera no ha adoptado una definición universal de sostenibilidad. Algunas descripciones útiles plantean:

- los mineros pueden lograr desarrollo sostenible al aceptar los pilares sociales, ambientales y económicos. James 1999
- compensar los activos correspondientes a los minerales agotados o reinvertir sus beneficios. Labonne 1999
- perseguir a un tiempo la sostenibilidad o la mejora en la calidad ambiental, el crecimiento económico y la justicia social. Eggert 2006

Hilson y Basu (2003, p. 320) tratan además las dificultades para aplicar el desarrollo sostenible en el contexto minero. Las razones señaladas incluyen la existencia de innumerables conjuntos de marcos e indicadores y una multiplicidad de interpretaciones del desarrollo sostenible. Los autores proponen un marco para el desarrollo sostenible basado en los tres pilares que se fundamentan en la buena gobernanza (p. 329). El tema de la gobernanza implica el del buen gobierno, que comprende un entorno fiscal y normativo estable, así como una buena gobernanza corporativa. Resulta ser una cuestión particularmente importante cuando las compañías trabajan en el exterior, especialmente en países donde la corrupción está muy extendida.

COMUNIDAD MINERA: Broken Hill

UBICACIÓN: Broken Hill, Australia

DESCRIPCIÓN BREVE: Metales comunes a cielo abierto y subterráneos

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: Prácticas de minería sostenible: segura; prácticas ambientales innovadoras; desarrollo económico; participación de la comunidad; utilización de recursos

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Diversos

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN:

El famoso yacimiento de plata, plomo y zinc de Broken Hill sigue explotándose 110 años después de su producción inicial. Sin dudas, un recurso mineral de categoría mundial con metales de ley alta es la razón principal de su longevidad. Las minas a lo largo de la famosa "línea de la veta", sin intentarlo deliberadamente, estaban aplicando prácticas de desarrollo sostenible. Estas se centraban (y siguen haciéndolo) en:

- Desarrollo económico. Aunque la mina estaba ubicada en una parte relativamente aislada de Australia (1.200 km al oeste de Sídney), se recordaba al personal constantemente que la minería es un negocio competitivo a nivel mundial. Es más, las minas toman los precios, no los dictan, y la gestión solo podía controlar el aspecto de los costes del negocio. Hallarse en el cuartil más bajo de la curva de costes debería permitirle a la compañía mantenerse si el precio del plomo o del zinc cayeran o cuando esto sucedía. Los productores con costes más altos tendrían que cerrar. Por otra parte, las minas favorecían la creación de muchos negocios, que les brindaban servicios.
- Apoyo y participación de la comunidad. La Mina de Zinc, como se la conocía, era la savia de la ciudad (junto con la mina Norte). Los ejemplos de esta robusta ciudadanía corporativa comprendían:
 - A provisión de un programa de servicios a través del cual la compañía otorgaba créditos a los empleados para comprar aparatos domésticos y otros accesorios para el hogar;
 - El otorgamiento de créditos para vivienda a bajo interés;
 - La provisión de un jardín de infancia y la contratación de maestros;
 - El mantenimiento de dos campos de críquet, un campo de bolos y un parque recreativo para los trabajadores y sus familias;
 - El respaldo a la universidad local, y el apoyo a las expresiones artísticas y a la compañía de teatro local.
- Altos estándares de seguridad. La empresa fue líder mundial en innovaciones en el campo de la seguridad y una de las primeras en emplear funcionarios de seguridad. Fue una de las primeras en insistir en que el personal usara equipamiento protector como gafas de seguridad y protección auditiva. Las multas por infringir las reglas eran rigurosas, con suspensiones de una semana de trabajo para un minero si era culpable de infringir una norma en una voladura, por ejemplo.

- Extracción eficiente de recursos. La mina utilizaba seis métodos de minería subterránea diferentes, algunos de los cuales eran verdaderamente innovadores, como la explotación por gradas de retroceso vertical y métodos de corte y de relleno. Se puso el acento en extraer, en la medida de lo posible, cerca del 100% del yacimiento, dado que la pureza de los metales era excepcionalmente alta.
- Altos estándares ambientales. La comunidad vivía en los alrededores de la explotación minera y, por tanto les interesaba proteger el medio ambiente. Fue una de las primeras en Australia en tener su vivero de plántulas para la rehabilitación de minas. También entregaban plantas gratis a los empleados. Uno de ellos (Albert Morris), en la década de 1930, creó un cinturón verde que rodeaba las minas, con el objeto de reparar el daño causado por la extracción de madera para las minas y la fundición y, también, de reparar los efectos del sobrepastoreo por parte las ovejas.

La suma total de estas iniciativas dio lugar a un campo minero con una excepcional longevidad, que contaba con una fuerza laboral leal y comprometida que vivía en una ciudad con asombrosos servicios, a pesar de su aislamiento, y con una población muy estable.



Figura 1.4 Vista de la mina de North Broken Hill



Figura 1.5 Escombreras estables pero sin nueva vegetación en South Broken Hill

Prácticas de minería sostenible. Un modelo holístico

Existe mucha bibliografía que postula que la minería puede contribuir al desarrollo sostenible si se centra en resultados exitosos para la economía, el medioambiente y la comunidad. Sin embargo, en un contexto minero, estos pilares (la triplete de beneficios) no logran justificar dos áreas importantes, esenciales para una operación minera sostenible, como ilustra el ejemplo de Broken Hill. Una dimensión "perdida" es la seguridad, de la que puede decirse que recibe más atención en el sector de la minería que en cualquier otra industria. La cobertura de los medios de comunicación y la atención política que se da a cualquier "accidente" en una mina exceden prácticamente a las de todas las demás industrias. No es inusual que los entes reguladores obliguen a cerrar una mina sobre la base de un pobre historial en seguridad. Ejemplos recientes son la mina de San José, en Chile, y la mina de Pike River, en Nueva Zelanda. Ejemplos anteriores incluyen la mina de Westray, en Nueva Escocia, la mina de Lassing, en Austria, las minas de Beaconsfield, Gretley y Moura, en Australia, y la Mina Sago, en Virginia Occidental. Aunque los entes reguladores y las compañías mineras lo reconocen como algo sumamente importante, esta importancia no se ve confirmada en la bibliografía sobre minería y desarrollo sostenible.

La segunda dimensión perdida es el hecho de centrarse en las prácticas de extracción del recurso mineral propiamente dicho. En los estudios, los investigadores han tendido a concentrarse en la posibilidad de agotamiento del recurso como bien en merma (Auty y Mikesell, 1998). Sin embargo, los investigadores enfocan el tema desde un nivel macro y, en general, desde una perspectiva económica. Se sugiere la necesidad de centrarse en un nivel micro, en el emplazamiento de una mina en particular, donde el recurso se gestiona de manera sostenible o no sostenible. Este elemento o dimensión puede denominarse "eficiencia de los recursos" o, simplemente, "eficiencia". Esto distingue la minería de otras industrias, y es la base o plataforma para que todo beneficio en términos de sostenibilidad fluya hacia la comunidad. En la mayoría de los países, el Estado es el "dueño" de los recursos minerales, en nombre de la comunidad. Por lo tanto, aquí se plantea un vínculo inmediato con la triplete de beneficios.

Con mucha frecuencia, un yacimiento o un filón de carbón se explotan sin considerar el largo plazo, lo que trae como resultado una vida reducida de la mina. Además, los entes reguladores de los gobiernos raramente examinan cómo las compañías explotan un filón en particular, y suelen en cambio centrarse en aspectos de seguridad y ambientales. Las razones pueden ser políticas, dado que la comunidad tiene más interés en estos aspectos, o simplemente porque el gobierno carece de conocimientos técnicos especializados.

Los administradores de las minas estarán en vías de establecer una explotación minera sostenible si se centran en las siguientes cinco esferas: seguridad, medioambiente, economía, eficiencia y comunidad (véase la figura 6). A continuación, se presenta una breve descripción de cada dimensión.



Figura 1.6 - Prácticas de minería sostenible (Laurence 2011)

Seguridad

Tanto por razones éticas como económicas, una operación de minería debería proponerse dar prioridad a la seguridad. Las minas seguras se caracterizan por un compromiso con la gestión del riesgo; actitudes y comportamientos adecuados; instauración de sistemas de presentación de informes; concentración en la educación y la capacitación y concentración en los procesos y el equipamiento (Laurence 2005).

Economía

Una mina solo puede ser sostenible si es rentable. El propósito de los administradores de las minas es generar beneficios responsablemente, por el mayor tiempo posible, manteniendo los costes al mínimo y maximizando las ganancias. Esto también optimizará los beneficios equitativos para todas las partes interesadas, incluidos accionistas, empleados, comunidades y comercios locales, que dependen de la mina, así como los gobiernos, que se benefician por medio de impuestos y regalías.

Eficiencia de los recursos

Una mina debe asimismo ser eficiente en la manera en que maneja y extrae los recursos. Los ingenieros en minería, geólogos y metalúrgicos colaboran con el objeto de optimizar la extracción de los recursos. Hay abundantes ejemplos de prácticas mineras no sostenibles, que comprenden, por ejemplo, "la explotación selectiva" de yacimientos, lo que significa extraer material de ley más alta para obtener ganancias a corto plazo. Esta práctica es usada por empresas e individuos dentro de compañías que cuentan con poco tiempo de plazo. A su vez, esto es un síntoma de la alta rotación en muchos emplazamientos mineros y muestra cómo el propósito es "labrarse una reputación" lo más rápidamente posible, sin tener en cuenta la extracción a largo plazo del yacimiento. En esta época de precios altos de las materias primas, tiene sentido considerar la extracción de leyes menores, que extenderán la vida de la mina y, así, los beneficios de las partes interesadas, sin

comprometer el flujo de ingresos. Otro ejemplo es la extracción subterránea, cuando tiene como horizonte solo un filón de carbón abundante (> a 6 metros) y no extraer en cambio todos los filones, incluso los no abundantes. Se han vertido críticas a las minas chinas por su historial de seguridad, pero debido a la aplicación de técnicas nuevas, como el derrumbamiento de la parte superior de un tajo largo de carbón, es posible extraer la altura total de un filón de hasta 10 m y, así, optimizar la extracción de este valioso recurso. La eficiencia también incluye la dimensión administrativa en el emplazamiento de la mina, puesto que las malas decisiones administrativas pueden con frecuencia llevar a dificultades productivas o a averías del equipamiento o a relaciones industriales u otros factores que repercuten en la extracción óptima de los recursos.

Medio ambiente

La adopción de prácticas innovadoras de gestión ambiental en los emplazamientos mineros adquiere un sentido sobresaliente desde el punto de vista económico. A menos que se adopten medidas para proteger los valores ambientales en las etapas de planificación y explotación, pueden surgir problemas a largo plazo, como el drenaje de ácido de la mina. Gracias, en parte, a la mayor conciencia sobre las cuestiones ambientales, existen muchos estudios acerca del medio ambiente y el desarrollo sostenible. La posibilidad de desastres ambientales, como los que se produjeron en Baia Mare, Los Frailos, Omai, OK Tedi y muchos otros lugares, están siempre presentes.

Comunidad

Por último, la mina necesita una “licencia social para funcionar”. A menos que la comunidad esté comprometida y apoye una operación minera, pueden surgir oposiciones y producirse confrontaciones. Las operaciones mineras a cargo de corporaciones han sido trastocadas en muchas oportunidades, especialmente en el pasado reciente, por parte de mineros locales artesanales y de pequeña escala que, en muchos casos, realizaban su trabajo antes de que se iniciara la explotación a gran escala. Un ejemplo actual de las dificultades que enfrentan las compañías mineras es la operación Masbate, en las Filipinas, donde mineros a pequeña escala regularmente excavan túneles debajo de bancadas a cielo abierto. Realizar voladuras u operar maquinaria en estas bancadas puede ser extremadamente peligroso, tanto para el personal de la empresa como para los mineros a pequeña escala.

En última instancia, una interacción disfuncional con la comunidad distraerá a la administración de su principal interés: que la mina funcione de manera eficiente. Las compañías mineras preparadas, especialmente las que trabajan en el mundo en desarrollo, mantienen su licencia social para funcionar porque llevan a cabo diversas iniciativas, como emplear a gente del lugar, capacitar y brindar herramientas a los comercios o empresas que van a permanecer luego del cierre de la mina, etc. Un ejemplo es la explotación de oro y cobre en Sepon, Laos, que emplea aproximadamente a 7000 personas. La mayoría de los empleados proceden de los 70 pueblos de los alrededores de la mina. La compañía ha creado talleres de capacitación para el desarrollo de destrezas técnicas en electricidad, mecánica, soldadura, automotores y otros oficios, a través de programas de aprendizaje. También financió innovaciones para otras iniciativas como telares de seda y empresas agrícolas.

UBICACIÓN: Distrito de Vilabouly, provincia de Savannakhet, Laos

DESCRIPCIÓN BREVE: Mina Sepon de oro y cobre a cielo abierto

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: Participación de la comunidad

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Participación de la comunidad

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN:

En el Proyecto Sepon en Laos (República Democrática Popular de Lao), desde el comienzo se ha llevado a cabo una gama de procesos de participación de la comunidad y el gobierno, que ha garantizado la existencia de canales de comunicación efectiva para permitir el cambio continuo en el alcance del proyecto. Dichos cambios incluyeron la extracción de cobre y de oro, las ampliaciones en curso tanto de los recursos de cobre como de los de oro, la adición de una segunda instalación de almacenamiento de derrubios y la construcción de un gran campo de alojamiento permanente. Estos mecanismos han permitido que una empresa minera inicialmente pequeña fuese capaz de seguir explorando y crecer, y al mismo tiempo, mantener la licencia social en un país remoto, que carecía de una historia previa de compromiso con empresas mineras multinacionales.

Antecedentes

El Grupo de Minerales y Metales (MMG) y el Gobierno de República Democrática Popular de Lao (GoL) son dueños del 90% y el 10% respectivamente de Lane Xang Minerals Limited (LXML). LXML ha estado operando el Proyecto Sepon en el distrito de Vilabouly, en Savannakhet, República Democrática Popular de Lao, desde que el Gobierno de Laos aprobó en 2002 la mina de oro. Actualmente, el Proyecto Sepon consiste en minería a cielo abierto y procesamiento de menas de óxido de oro, la extracción y el procesamiento de varios tipos de menas de cobre, y la extracción de caliza para apoyar el procesamiento del cobre.

Participación del gobierno y de la comunidad

El GoL y el equipo del Proyecto Sepon establecieron un Comité Directivo en 2002, para supervisar la construcción y las operaciones del Proyecto Sepon. Este sigue reuniéndose regularmente (3 ó 4 veces por año) tanto en el emplazamiento como en la ciudad capital de Vientiane. A dichas reuniones concurren representantes de todos los ministerios y departamentos gubernamentales responsables de diversos aspectos del proyecto. Los representantes del Proyecto Sepon proporcionan actualizaciones sobre aspectos financieros, técnicos, ambientales y relativos a la comunidad. Ambas partes plantean diversas cuestiones y suelen producirse fuertes debates.

Asimismo, se estableció un comité integrado por líderes del pueblo y del gobierno durante la construcción inicial del proyecto. Este se reúne mensualmente y a él concurren representantes de alto nivel de todos los pueblos afectados directamente y del Proyecto Sepon, incluido el Director General del emplazamiento. Se debaten y resuelven cuestiones que preocupan tanto a la comunidad local como al proyecto, entre otras, el manejo de la inmigración, el acceso continuo a las tierras y el control del pillaje.

Participación en la evaluación del impacto

Antes de elaborar cada ampliación o cambio en el proyecto, se lleva a cabo una Evaluación del impacto ambiental y social (ESIA). Un componente fundamental de estas evaluaciones es la participación de los pueblos directamente afectados que, como resultado de la expansión, sufrirán consecuencias en sus tierras y/o recursos hídricos. Por eso se han realizado reuniones en cada pueblo con intérpretes que dominaban los idiomas locales. Además, ha habido reuniones de mujeres por separado, para garantizar que sus preocupaciones e ideas también se incluyeran en la evaluación y se acordaran estrategias de mitigación.

Participación con propósitos específicos

También se ha establecido una gama de procesos con propósitos específicos, para permitir la ejecución de estrategias acordadas de mitigación y gestión. Un ejemplo es el trabajo en curso sobre legado cultural, que comprende estudios arqueológicos, regido por un memorándum de entendimiento entre LXML, GoL y una universidad internacional. Esto dio lugar a la excavación, registro y preservación de artefactos de importancia internacional.



Figura 1.7 Participación de partes interesadas en el emplazamiento, Sepon

* Estudio de caso proporcionado por Geraldine Maguire

Prácticas innovadoras

Los manuales de la serie Desarrollo de prácticas innovadoras sostenibles en la minería integran aspectos ambientales, económicos y sociales en todas las fases de producción de minerales, desde la exploración hasta la construcción, explotación y cierre del emplazamiento de la mina. El concepto de prácticas innovadoras es simplemente la mejor manera posible de llevar a cabo las actividades en un emplazamiento determinado. En la medida en que surgen nuevos retos y se elaboran nuevas soluciones, o se conciben soluciones mejores para cuestiones ya existentes, es importante que las prácticas sean flexibles y innovadoras, con el fin de elaborar soluciones que correspondan a lo que necesita un emplazamiento determinado. Aunque hay principios básicos, las prácticas innovadoras son tanto un enfoque y una actitud como un conjunto fijo de prácticas o una tecnología en particular.

La gestión de prácticas innovadoras para el desarrollo sostenible es una disciplina en evolución. En la medida en que surgen nuevos problemas y se elaboran nuevas soluciones, o se conciben soluciones mejores para las cuestiones ya existentes, es importante que las prácticas innovadoras tengan suficiente flexibilidad como para elaborar soluciones que correspondan lo que necesita un emplazamiento determinado. Es sabido que las empresas deben, como mínimo, cumplir sistemáticamente con los requisitos legales, pero también se espera que vayan más allá de este nivel mínimo. Las prácticas innovadoras son una meta en evolución: se adaptan a estándares y situaciones cambiantes que suelen encontrarse en las explotaciones mineras más importantes.

El sistema de prácticas innovadoras busca gestionar el riesgo financiero y de mayor envergadura al considerar a todas las partes interesadas y comprometer su participación, de manera que los resultados se expresen no solo en forma de balances financieros, sino más bien de forma holística, garantizando resultados positivos financieros, sociales, de seguridad, de eficiencia y ambientales para todas las partes interesadas. Se contempla un periodo de largo plazo, de manera que los posibles resultados adversos se gestionen tanto a corto como a largo plazo. Considerar los resultados a largo plazo constituye un desafío especial, en la medida en que los conjuntos de datos predictivos pueden ser incompletos, una cantidad de variables puede modificar los resultados y los resultados reales pueden no comprenderse o predecirse totalmente. No obstante, las prácticas innovadoras exigen que se reevalúe periódicamente la mejor estimación de un impacto futuro y que se tomen medidas razonables para poner en práctica resultados adecuados desde el punto de vista financiero, social y ambiental. Debe informarse también del nivel de precisión de dichos cálculos.

Una característica clave es la medición de variables y resultados del rendimiento para identificar posibles modificaciones en los procesos, para beneficio mutuo de todas las partes interesadas. Las prácticas innovadoras incluyen un programa para vigilar insumos, procesos y resultados. Esta información se incorpora en uno o en varios sistemas de gestión. Puede incorporarse a sistemas de gestión existentes,

como sistemas de gestión de la seguridad, sistemas ambientales y sistemas de calidad.

Las prácticas innovadoras incluyen poder identificar y gestionar a tecnólogos y comunicadores competentes y garantizar su participación en programas para mantener sus competencias. Un proceso de revisión por pares es importante para garantizar que las prácticas innovadoras evolucionen según los cambios en la tecnología y en las expectativas y normas sociales.

Las organizaciones de prácticas innovadoras ahora están incorporando consideraciones sociales en todos los aspectos de evaluación de su desempeño, y lo hacen de dos formas: una, mediante la vigilancia y la presentación de informes sobre cambios locales y regionales que pueden producirse como consecuencia de la actividad minera; y dos, comprometiendo a la comunidad en la vigilancia ambiental. Los ejemplos de prácticas innovadoras de ambos enfoques incluyen a las comunidades en cada etapa del proceso de vigilancia, desde la participación en el diseño del programa, pasando por la recolección de datos y llegando a la presentación de informes. Las compañías mineras reconocidas por la aplicación de prácticas innovadoras para el desarrollo sostenible comprenden que su licencia social para funcionar está muy influida por su desempeño en estas áreas, y que existe una fuerte justificación económica para el buen desempeño y el mejoramiento continuo. También reconocen que evaluar y lograr buenos resultados no se limita a las comunidades y al medioambiente colindantes y de los alrededores afectados por las operaciones, sino que deben abarcar una escala temporal y espacial más amplia, que considere todos los emplazamientos pertinentes y todos los aspectos locales, regionales, nacionales e incluso internacionales.

Los estudios de casos

Esta guía de consulta está diseñada principalmente para el uso de profesionales. Los comentarios de los usuarios de los manuales (SKM 2008) indican que los estudios de casos en especial brindaron una orientación inestimable. En total, en los manuales se presentaron 110 estudios de casos y se seleccionaron algunos para incluirlos en este texto de consulta, sobre la base de su:

- Pertinencia para los profesionales de las minas;
- Equilibrio entre metales, carbón y minerales industriales;
- Resultados.

Los estudios de casos se integran de forma resumida en el texto, para destacar el punto que se está tratando. Se hace referencia a la ubicación de cada caso en un manual en particular (por ej., LP **Nombre del Manual**) A estos ejemplos se agregan nuevos estudios de casos, especialmente internacionales, como el de la mina Sepon que se presentó más arriba.

Los editores reconocen la contribución de los recopiladores originales de estudios de casos y agradecen a ellos y a las empresas correspondientes que permitan que este material se use con propósitos educativos. Es más, esta guía de consulta no habría sido posible sin los esfuerzos de todos los que han contribuido a los manuales de prácticas innovadoras.



Figura 2.1 La perforación de exploración puede tener un impacto significativo en la sostenibilidad

(Fotografía: Roberts - DMR - http://www.mining.unsw.edu.au/kcmi/Govern/NSW_DMR_2.pdf)

Mensajes clave

- Centrarse en la participación de la comunidad y brindarle apoyo en esta etapa será beneficioso para cualquier operación en el futuro
- Si el proceso de participación de la comunidad es deficiente, retrasará o pondrá en peligro el proceso de aprobación de la mina
- En las primeras etapas de un posible proyecto minero, son esenciales las habilidades interculturales
- En la planificación y el diseño de la mina se deben integrar consideraciones sociales, ambientales y económicas
- La planificación del cierre de la mina debe comenzar en las primeras etapas
- Cuanto antes se planifique la vida de la mina, menos problemas surgirán después
- Los estudios de impacto ambiental y de impacto en origen se deberán efectuar paralelamente a los estudios de factibilidad previos y posteriores
- La aplicación eficaz de los principios de gestión del riesgo sienta las bases de

buenas relaciones durante todo el ciclo de vida de la mina

- Es necesario realizar estudios de referencia relativos a
 - Diversidad biológica
 - Ruido, calidad del aire
 - Agua
- Se debe evaluar el potencial de drenaje de ácidos lo más tempranamente posible, con el objeto de planificar las estrategias de mitigación

Introducción

En este capítulo se presenta el concepto de “prácticas innovadoras” como una herramienta que, empleada desde el comienzo del ciclo de la mina, sentará las bases para el éxito en la implementación de tales prácticas durante los subsiguientes ciclos de desarrollo, explotación y cierre. Los temas abarcan las etapas de exploración minera y del estudio de factibilidad.

El concepto de exploración minera refiere a las etapas iniciales de la vida de una posible mina. En esta etapa del ciclo minero, no existen garantías de que, finalmente, vaya a haber una mina. De hecho, la exploración minera pocas veces se traduce en el desarrollo de una mina. Sin embargo, en la mayoría de los casos, habrá repercusiones ambientales y sociales que deberán abordarse: caminos de acceso, plataformas de perforación, eliminación de residuos, e inquietudes y expectativas de la comunidad.

Las técnicas de exploración y de evaluación mineras van desde las más benignas para con el medioambiente, como la detección remota desde satélites, hasta las más agresivas, como la perforación intensiva con hoyos poco espaciados. La planificación y la gestión ambiental ofrecen el mayor beneficio cuando impiden o, al menos, reducen al mínimo, los impactos ambientales de la siguiente manera:

- Fomentando la concienciación en cuanto al cuidado del medioambiente en las empresas de exploración;
- Educando y capacitando a empleados y contratistas; y
- Elaborando y aplicando códigos de prácticas de la industria (environment Australia 1995)

Las actividades de exploración podrían afectar negativamente el medio ambiente si no se gestionan de modo apropiado. Algunos de los aspectos a gestionar:

- Desmontes y otros tipos de alteración de la fauna;
- Erosión del suelo y sedimentación de cursos de agua;
- Propagación de malas hierbas;
- Niveles de ruido, iluminación y polvo;
- Perturbación de sitios culturalmente significativos;
- Alteraciones para otros usuarios de la tierra, como agricultores o

miembros de la comunidad local;

- Contaminación del suelo y del agua; y
- Lesiones o efectos negativos sobre la salud y el bienestar de empleados, otros trabajadores y el público en general.

Es fundamental aplicar prácticas de gestión ambiental de alto nivel en la exploración, para garantizar que tales actividades estén debidamente controladas, protegiendo áreas de sensibilidad ambiental y abordando de modo eficaz las inquietudes de la comunidad. Existen diversas directrices para ayudar al personal de compañías de exploración minera a que adopte con éxito prácticas innovadoras (véase, por ejemplo, AMEC 2010).



Tareas clave de gestión en la etapa de exploración

Entre las principales actividades a acometer en esta primera etapa, de utilidad para la planificación y cierre futuros, se encuentran:

- El desarrollo de un plan de participación de la comunidad, que abarque
- La identificación y el análisis de la comunidad y de los grupos de interés
- Estudio del punto de partida socioeconómico y evaluación del impacto social
- Participación de la comunidad local: los residentes pueden aconsejar sobre cómo proteger los lugares u objetos de importancia cultural (para obtener más información, véase el manual de *prácticas innovadoras comprometidas y desarrollo con la comunidad*)
- Conversaciones preliminares con la comunidad y las partes interesadas sobre el concepto de la mina, y cotejo de los aspectos que se deberán abordar en futuras evaluaciones de impacto ambiental o evaluaciones del impacto en origen
- La recopilación temprana de datos ambientales de referencia, que incluyan calidad y cantidad del agua de superficie y subterránea, tipos de suelos, tipos de vegetación, datos meteorológicos
- Una evaluación preliminar de la caracterización de los desechos de roca, que incluya pruebas de las masas de sulfuro para cálculos de acidez y metales
- El desarrollo de relaciones con las partes interesadas, entes reguladores y la comunidad
- La evaluación preliminar del uso actual de la tierra y del sistema de propiedad.

Tareas clave de gestión en la etapa de factibilidad



Una vez identificado un recurso mineral, será necesario evaluar el proyecto para determinar si se puede explotar comercialmente.

La factibilidad es parte integral del proceso de evaluación de la mina y se puede definir como una evaluación de los impactos económicos, ambientales y sociales del potencial proyecto minero. Su objetivo es aclarar los factores básicos que rigen el éxito del proyecto y, por otro lado, identificar los principales riesgos para el éxito del proyecto. Se intenta cuantificar tantas variables como sea posible a fin de obtener un valor potencial. En esta etapa, hay que considerar con precisión las implicaciones del cierre de la mina.

Es necesario realizar estudios de factibilidad en las etapas de preproducción, para justificar la continua inversión de dinero en el proyecto. Suelen consistir en un estudio de alcance, un estudio de factibilidad previa y otro de factibilidad final o financiable. En esta etapa, el proyecto debería encargar una evaluación de impacto ambiental y una evaluación de impacto en origen, que proveerán valiosa información sobre las condiciones de punto de partida.

Tareas clave de gestión en la etapa de planificación y diseño



La meta de la planificación y el diseño de la mina es lograr un diseño integrado de sistemas de minas, por el cual se extrae un mineral que se prepara conforme a una especificación demandada por el mercado, a un coste mínimo por unidad, dentro de unas limitaciones ambientales, sociales, jurídicas y normativas aceptables. Se trata de una actividad multidisciplinaria.

Los ingenieros y los geólogos especializados en minas por lo general ejercen una gran influencia en la planificación y el diseño de la mina. Ellos deben comprender y tener en cuenta los aspectos relacionados con el cierre de la mina, e integrar elementos económicos, ambientales y sociales en el proceso de toma de decisiones. Por ejemplo, deberán mantenerse informados acerca de las expectativas preliminares de la comunidad en cuanto al uso de la tierra una vez que cesen las operaciones mineras, la calidad del medioambiente y el aspecto estético de la zona. Estas expectativas pueden repercutir, por ejemplo, sobre la ubicación de las vías de acceso y las instalaciones para almacenamiento de residuos.

La justificación económica de la sostenibilidad en la exploración mineral y en la factibilidad

La conducta de un operador en la etapa previa al desarrollo (exploración/factibilidad) es fundamental para maximizar el valor futuro del accionista. Si el operador no puede establecer ni mantener la confianza de la comunidad ni del gobierno, es poco probable que se obtenga el valor potencial de un recurso. La aplicación de prácticas innovadoras y principios de desarrollo sostenible es clave para demostrar competencia y generar confianza. No hacerlo de manera correcta puede resultar en:

- Un acceso limitado al recurso (menos utilidades potenciales)
- Demoras en las aprobaciones (mayores costes)
- La denegación de permisos

Contaminantes aéreos, ruido y vibraciones

Introducción

Las actividades de exploración mineral están asociadas a diversos problemas de vibraciones, ruido y contaminantes que se transmiten por el aire, como ilustra la Figura 2.1. La naturaleza transitoria y, con frecuencia, aislada de la exploración crea un ambiente en el que pueden producirse enfrentamientos con los residentes locales, a menos que las operaciones sean cuidadosamente supervisadas y se realice un considerable esfuerzo por mantener informada a la comunidad acerca de dichas actividades. En esta etapa del desarrollo, las actividades que generarán emisiones significativas suelen ser limitadas. Sin embargo, toda actividad de perforación o excavación y de manipulación o transporte de materiales que pudiera afectar a los vecinos debe realizarse teniendo en cuenta ese impacto. Es posible que haya que gestionar la ubicación o la coordinación de las diversas actividades para que su impacto sea mínimo, o bien efectuar riegos cuando las operaciones generen polvo o se realicen cerca de zonas sensibles.

A medida que avanzan los detalles del diseño, podría ser necesario refinar las especificaciones sobre el control de emisiones teniendo en cuenta datos de entrada optimizados para el modelado. Por lo tanto, es importante que la participación de asesores de calidad del aire continúe según sea necesario. El control de la situación de referencia, si lo hubiera, se realizará a lo largo de esta etapa.

El siguiente estudio de caso provee un ejemplo de cómo se realizaron las actividades de exploración en una zona con alta densidad de población en Victoria. Durante muchos años, una empresa ha tenido problemas para perforar sus concesiones de exploración por completo debido a las restricciones de ruido que afectan la operación de las maquinarias en una zona urbanizada. La compañía había ensayado numerosas formas de supresión de ruido: rodeando las plataformas con contenedores navieros o grandes pacas de heno, levantando muros acústicos e, incluso excavando enormes fosas donde pudieran operar las plataformas de perforación. Todas estas medidas tuvieron cierto éxito, pero distaban mucho de ser ideales. En el año 2007, la compañía adquirió una plataforma de perforación Atlas Copco CS14, con la intención de circundarla con contenedores que atenuaran el ruido por completo.

El departamento de perforación identificó la necesidad de hacer que el sistema fuese autónomo y modular. Se emplearon seis contenedores marítimos: cuatro en la planta baja y dos para el mástil de la plataforma, encerrando así todo el lugar de trabajo. Todo, desde los fluidos de perforación a las herramientas, pasando por las barrenas, la generación de energía e, incluso, el salón comedor quedó encerrado dentro del sistema. Tras consultar a los ingenieros acústicos, se tomó la decisión

de usar una mezcla de productos para la atenuación del ruido en las paredes de los contenedores, a fin de disminuir el ruido tanto interno como externo. Los productos para atenuación de ruido incluían una pintura amortiguadora, espuma absorbente de sonido de 50 mm de espesor y una barrera de sonido de nailon de 6 mm.

Esa combinación resultó ser un gran éxito y redujo las emisiones sonoras de 110 dB en la máquina a un valor medido de 52 dB en las inmediaciones exteriores de los contenedores, y 38 dB a 200 metros de distancia. Al obtenerse una reducción de 30 dB dentro de los contenedores, la atenuación acústica se celebró como un gran triunfo en términos de comodidad y seguridad para los operadores. La plataforma de perforación equipada con contenedores ha completado ya seis meses de operaciones de perforación 24 horas al día en dos emplazamientos, los dos situados dentro de un radio de 200 m de la zona residencial. Hasta la fecha, no se ha recibido queja alguna de los vecinos (véase LP **ACNV**, p. 75).

Etapas de planificación y evaluación ambiental

Una buena planificación es fundamental para mitigar el impacto del ruido que, de lo contrario, afectaría a la comunidad colindante o el ambiente natural. La optimización del diseño y de la disposición de una mina desde su etapa más incipiente, o la forma de realizar el programa de exploración con la ayuda de un experto en acústica, pueden reducir al mínimo el impacto y ayudar a cumplir con las expectativas de la comunidad.

El primer paso en la implementación de prácticas innovadoras para un proyecto nuevo o para el nuevo desarrollo de un proyecto existente es asegurarse de que en el equipo lo compongan personas con conocimientos especializados apropiados. El equipo realizará una evaluación ambiental que examine la propuesta detenidamente e identifique todas las posibles fuentes de ruido. Las etapas de trabajo dentro de la planificación se pueden categorizar, en líneas generales, de la siguiente forma:

- Control del ruido de fondo o ambiental dentro de una comunidad potencialmente afectada.
- Establecimiento de metas de diseño y criterios de ruido para evaluar los efectos adversos, que incluyan ruido dentro y fuera del emplazamiento. Los criterios varían ligeramente de un estado a otro, por lo cual no se tratan en detalle (consúltese a la autoridad de protección ambiental de cada estado).
- Predicción de los niveles de ruido para diversos escenarios futuros, incluido el ruido dentro y fuera del emplazamiento (transporte). Por lo general, esto implica el uso de un modelo informático integral de ruido.
- Cuando la evaluación muestra que se excederán los criterios de ruido, es necesario incorporar medidas de atenuación factibles y razonables que permitan disminuir el impacto eficazmente. Cuando ello no sea posible, es probable que sea necesario proceder a la adquisición de propiedades.

Control de ruido de fondo o ambiental

El proceso de evaluación ambiental de cualquier proyecto requiere normalmente entender y medir el nivel de ruido en el ambiente. Normalmente, el control se realiza mediante mediciones no supervisadas usando un registrador de ruido automático. El control se deberá realizar durante un período lo suficientemente largo como para que refleje las condiciones reales y repetidas que habitualmente se experimentan en la zona, y que no están excesivamente influidas por variaciones estacionales debidas a inversión térmica, vientos, insectos, etc. En la práctica, se realiza una vigilancia continua durante un período mínimo de una semana, en residencias circundantes representativas o en otros receptores sensibles al ruido (por ejemplo, escuelas o iglesias), idealmente antes que la mina entre en funcionamiento o mientras la mina no está en funcionamiento.

La información obtenida en estas mediciones normalmente se usa para establecer criterios para el proyecto. El nivel de ruido de fondo (técnicamente el LA90), que se suele medir en períodos de 15 minutos, es de suma importancia.

Las condiciones meteorológicas pueden influir significativamente en los niveles de ruido. Un viento estable, por ejemplo, suele causar un incremento en el ruido de fondo debido al viento en los árboles. Los vientos y lluvias fuertes pueden conducir a niveles de ruido falsamente exagerados. Para permitir la identificación de períodos de clima adverso, se debe montar una estación meteorológica que registre continuamente la velocidad y dirección del viento y las precipitaciones. Luego se deben filtrar los datos del ruido por períodos de condiciones meteorológicas que hayan influido en los resultados del ruido registrado.

Algunas residencias cercanas a los emplazamientos de las nuevas minas ya están afectadas por el ruido del tráfico vial, vías férreas, otras minas u otros ruidos molestos. En estas situaciones, además del control no supervisado del ruido, quizás podría ser necesario realizar un control supervisado para conocer los niveles de ruido existentes y estimar el aporte de cada una de estas fuentes. Estas mediciones también podrían dar un modo de validar la metodología de predicción de ruido que se utilizará para evaluar el ruido en el proyecto. Con frecuencia, se pueden realizar mediciones en una o dos propiedades representativas para dar validez las predicciones.



Figura 2.2 Ejemplo de un registrador de ruido ambiental en funcionamiento

Articulación con la comunidad para evitar quejas por ruido o contaminación del aire

La articulación entre las compañías mineras y la comunidad es importante en cada momento, desde el comienzo de la etapa de la propuesta, a través de los procesos de investigación, evaluación y aprobación, hasta que se llega a la etapa de explotación de la mina. Si se desea establecer una buena relación de trabajo entre todas las

partes implicadas, se deberá mantener informada a la comunidad y hacer que participe en los procesos de toma de decisiones que la afectan. Una buena relación de trabajo es la piedra angular para un abordaje que beneficie tanto a la minería como a la comunidad.

La implementación de un programa eficaz de consulta con la comunidad obtendrá la confianza pública, conducirá a una fase de planificación y aprobación con menos dificultades y a un período operativo más eficaz. El desconocimiento y la incompreensión con frecuencia conducen a la comunidad a sentir temor ante una propuesta de mina. En general, los malentendidos que pueden surgir en ese momento terminan en objeciones y dificultades sin propósito constructivo y que fomentan un espíritu de no cooperación.

Al proporcionar información y un punto de contacto al inicio de un proyecto minero, y al continuar respondiendo a las preocupaciones de la comunidad, las compañías mineras están en una mejor posición para implementar un exitoso programa de gestión ambiental.

Como parte de un plan de gestión de ruido o vibraciones, la compañía minera deberá elaborar una política de articulación con la comunidad que aborde los problemas de ruido y vibraciones. El plan deberá establecer un protocolo para el manejo de quejas. De este modo, se garantizará que los problemas sean abordados y que se identifiquen e implementen las acciones correctivas apropiadas, si son o cuando sean necesarias. Dicho protocolo deberá ser proactivo y receptivo; además, como mínimo deberá implicar (incluida la identificación de las personas responsables de las diversas acciones):

- La identificación de las personas de contacto en todas las propiedades potencialmente afectadas, a las que se les dará un esquema del proyecto (junto con los detalles de los procedimientos para la comunicación de quejas y expectativas que puedan tener sobre los mecanismos de respuesta que se implementarán).
- La transmisión de todas las quejas a la persona responsable de considerarlas.
- El mantenimiento de registros sobre el origen y la naturaleza de la queja.
- La investigación de la queja con el fin de determinar si se ha excedido el criterio establecido o si el ruido o la vibración ha ocurrido innecesariamente.
- Si se han ocasionado vibraciones o ruidos excesivos y/o innecesarios, se deberá planificar e implementar una acción correctiva.
- Se deberá planificar e implementar una acción correctiva si se han causado vibraciones o ruidos excesivos o innecesarios.
- Realización de un informe de las quejas y de la acción correctiva.
- Informar a las personas que hayan presentado quejas de que están en consideración y, si corresponde, que se están tomando acciones correctivas.
- Vigilancia de seguimiento u otras investigaciones para confirmar la eficacia de la acción correctiva.
- Informar a las personas que presentan la queja de la implementación exitosa de la acción correctiva emprendida para mitigar los efectos adversos.

Algunos procedimientos de evaluación se consideran lo suficientemente importantes como para justificar una investigación pública, para garantizar que todas las cuestiones se hagan públicas debidamente y que las decisiones sobre la aprobación y las condiciones sean apropiadas. En Nueva Gales del Sur, por ejemplo, algunos proyectos son objeto de audiencias públicas ante grupos de expertos que hacen comentarios y recomendaciones técnicas que el gobierno tiene en consideración en

la decisión final. Un ejemplo es el proceso que se puso en marcha para la evaluación del proyecto de la mina de carbón Anvil Hill (hoy **Mangoola**), en el valle del Hunter. Un aspecto clave de este proceso fue la forma en que se tomaron decisiones sobre la adquisición de propiedades privadas, ante las incertidumbres respecto de la precisión de las predicciones del modelo de impacto en el aire y de ruidos en la comunidad circundante.

Para compensar el impacto del ruido, y dadas las condiciones de muy bajo ruido de fondo de la localidad, las condiciones establecidas para el proyecto son significativamente más estrictas que las del enfoque estándar en la gestión de ruido. Los requisitos para el proponente eran:

- Emprender tratamientos de insonorización arquitectónica (con el consentimiento de los propietarios) en todas las residencias donde el nivel del ruido por las operaciones alcanzara o superara el criterio de 35 db(a);
- Emprender tratamientos de insonorización arquitectónica (con el consentimiento de los propietarios) en todas las residencias en las que el ruido del tráfico vial y del ferrocarril superara los criterios pertinentes de ruido vial y ferroviario;
- Adquirir (con el consentimiento de los propietarios) toda propiedad privada donde el nivel de ruido de las operaciones fuera igual o superior a 40 db(a) y
- Establecer e implementar un programa exhaustivo de control de ruido, que incluyera la vigilancia en tiempo real de los impactos del ruido, con miras a modificar las operaciones mineras, según corresponda, para reducir el impacto del ruido.

La condición de aprobación número 27 del proyecto requiere un Programa de Control de la Calidad del Aire que incluye una combinación de controles en tiempo real, aparatos de toma de muestras de gran volumen y sensores de deposición de polvo para controlar las emisiones de polvo del proyecto, y un protocolo de control de calidad del aire para evaluar el cumplimiento con la evaluación de impacto de calidad del aire y los criterios de adquisición de tierras en el momento de la aprobación. La condición número 26 establece que el operador deberá evaluar con regularidad el control de la calidad del aire en tiempo real y el control meteorológico, y reubicar, modificar o detener las operaciones mineras cuando sea necesario para garantizar el cumplimiento de los criterios de calidad del aire (véase LP **ACNV**, p. 26).



Figura 2.3 Vista aérea del proyecto Mangoola

Gestión de la diversidad biológica

Amenazas y oportunidades clave para la diversidad biológica

Muchos países, incluida Australia, poseen una magnífica diversidad biológica autóctona. En Australia hay más especies únicas de mamíferos, invertebrados y plantas de florecimiento que en el 98% de países restantes. Descubrimientos como los fósiles vivientes, el pino de Wollemi, cerca de Sídney, realzan la riqueza botánica del continente. Como esto sucede en muchas regiones, las compañías mineras con frecuencia deben tener esto en cuenta. Nueva Caledonia es uno de estos casos, ya que alberga los filones de níquel laterita más ricos del mundo y una muy variada diversidad biológica.

MINA: Tiébaghi

UBICACIÓN: Koumac, Provincia Norte, Nueva Caledonia

DESCRIPCIÓN BREVE: Mina a cielo abierto (níquel).

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: Evaluación del impacto ambiental

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Gestión de la diversidad biológica

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN:

La minería de níquel lleva más de 100 años instalada en Nueva Caledonia. El legado ambiental de las minas no rehabilitadas es importante: aparece en forma de erosión y destrucción de los macizos montañosos, muy visibles en todas las islas.

Este proyecto de Société Le Nickel (SLN) consideró calcular el valor ecológico dentro del estudio de impacto ambiental del proyecto DOME en el macizo montañoso Tiébaghi en Nueva Caledonia. Los objetivos comprendían lograr un mejor conocimiento de la ecología del sitio para evaluar el impacto de la minería en el medioambiente natural, a fin de poder elegir el proyecto de rehabilitación adecuado y definir las medidas de compensación correctas.

Implica tres etapas:

Primera etapa: Síntesis de los datos conocidos para generar un mapa de las zonas o elementos sensibles (por ejemplo, vegetación destacada, cantidad de especies en peligro, vida de las aves, serpientes o lagartos, zonas sin hormigas coloradas, índice de agua dulce).

Segunda etapa: representación de las zonas ecológicas sustentada en tres criterios

- 1º criterio: formación de vegetación
- 2º criterio: estado de conservación
- 3º criterio: especies en peligro o destacadas

Tercera etapa: cómputo del valor ecológico de cada zona (sustentado en la formación de vegetación destacada).

Cada criterio provee un índice entre 0 y 1: el índice global que es el valor medio de los 3.



Figura 2.4 Vista aérea del macizo montañoso Tiébaghi

Una riqueza de esta magnitud también implica desafíos. Un impedimento clave para la gestión de la diversidad biológica es la limitada cobertura taxonómica hasta la fecha; se estima que se tiene conocimiento de apenas una de cada cuatro especies en Australia (PMSEIC 2005). Para la industria minera, esto representa una incertidumbre importante a la hora de evaluar la diversidad biológica antes de las operaciones mineras, en particular en las regiones con diversidad biológica.

Cada vez es mayor el reconocimiento del papel fundamental que las empresas pueden desempeñar (en alianza con los gobiernos, la comunidad y los investigadores) para transformar en oportunidades las amenazas a la diversidad biológica. Mediante estas alianzas estratégicas es posible entender, reducir y, cuando sea posible, revertir los efectos producidos desde hace más de doscientos años por el creciente desmonte, las prácticas no sostenibles de gestión de la tierra, las especies invasoras y la fragmentación del paisaje. La industria minera, en su calidad de uno de los principales grupos empresariales en Australia, ha aprovechado la oportunidad para usar su envergadura y adoptar un papel líder en la conservación de la diversidad biológica.

En los últimos decenios, pese al creciente interés de la comunidad por la diversidad biológica, suele faltar el compromiso para obtener los recursos necesarios a largo plazo para investigar y gestionar eficazmente la diversidad biológica en Australia. La industria minera está aprovechando esta oportunidad para ayudar de modo significativo a la conservación y recuperación de la diversidad biológica a través de los siguientes mecanismos:

- El apoyo a investigadores, grupos de la industria y consultores que emprenden estudios sobre diversidad biológica (por ejemplo, sobre valores, evaluación de impacto y manejo de amenazas, y maximizando la restauración del valor en las áreas afectadas)
- La mejora de los recursos humanos, sus habilidades y conocimientos en áreas que puedan ayudar en estos complejos asuntos
- El establecimiento de alianzas con comunidades, grupos conservacionistas y otras organizaciones para abordar esta cuestión
- Alentar a los jóvenes graduados a proseguir sus estudios e investigaciones sobre la diversidad biológica ofreciéndoles pasantías, estudios de posgrado y cooperaciones
- El desarrollo, mantenimiento y compartición de bases de datos sobre la diversidad biológica con gobiernos e investigadores (por ejemplo, en el programa de vigilancia de ranas de alcoa, en Australia occidental, se intercambiaron datos obtenidos como parte del proceso contemplado en el acuerdo regional de bosques de Australia occidental).
- El intercambio de publicaciones con los resultados de investigaciones clave, por ejemplo, la base de datos bibliográfica Pilbara, subvencionada conjuntamente por la industria minera y el gobierno
- El mantenimiento del equilibrio entre biólogos y científicos de campo, y los responsables de la gestión de la tierra, el agua y los valores de la diversidad biológica
- El liderazgo mediante el desarrollo de procesos y de la investigación de las mejores prácticas.

Los entes reguladores y las compañías mineras australianas consideran cada vez más la mitigación y la compensación. Por lo general, la mitigación hace referencia a medidas adoptadas para evitar, reducir o compensar los efectos del daño ambiental (directo o indirecto). La compensación hace referencia a medidas dirigidas a compensar daños inevitables. Cuando se aplican, estos conceptos pueden equilibrar

de modo eficaz el acceso a los recursos minerales y la protección de los valores de la diversidad biológica. Es probable que el desarrollo ulterior de estos enfoques proporcione cada vez más oportunidades a la industria minera, en su búsqueda por adoptar prácticas sostenibles de gestión de la diversidad biológica.

Antes de emprender cualquier operación, las compañías mineras deben delinear los valores de diversidad biológica dentro de una zona en particular. En ellos influye una serie de factores sociales y económicos, y la información resultante es esencial para la identificación de los riesgos clave para la diversidad biológica y para el diseño eficaz de los objetivos de los programas de gestión y de los objetivos de rehabilitación y cierre.

Vigilar la base de referencia implica estudiar algunos elementos de la diversidad biológica que, si no se los altera, no se espera que cambien. Al determinar qué vigilancia se necesita de la base de referencia, es fundamental entender la serie de factores que influyen en un medioambiente específico. Los estudios y los programas de vigilancia deberían establecer diferencias entre impactos directos e indirectos de las operaciones de exploración y minería, y cualquier otro factor que pueda amenazar los valores de la diversidad biológica local y regional.

Las etapas iniciales de la vigilancia de la base de referencia implican un examen de los antecedentes disponibles acerca de los valores de la diversidad biológica dentro del contexto local, regional, nacional e internacional. Algunos organismos de gobierno estatales han publicado una serie de documentos orientativos para los estudios de diversidad biológica que pueden usarse como referencia en distintas regiones biogeográficas (por ejemplo, Environmental Protection Agency 2004a,b). Ello contribuye a garantizar estándares de evaluación mínimos y fomenta la integración de estudios de referencia localizados en un contexto regional más amplio.

La práctica de establecer áreas protegidas o de apartar otras para usos especiales o restringidos se emplea en todo el mundo con el fin de garantizar la conservación a largo plazo de los valores de la diversidad biológica. Las leyes actuales impiden las operaciones mineras en zonas que poseen valores particularmente altos de conservación y diversidad biológica. En estos casos, se considera que la minería y ciertos usos de la tierra y del agua son incompatibles con la sostenibilidad a largo plazo del medioambiente.

La decisión de cerrar la minería de arenas minerales en partes sensibles de la costa este australiana en el decenio de 1980 constituye un ejemplo de lo anterior. Pese a la existencia de filones minerales conocidos y viables, la sociedad, a través de la legislación gubernamental, ha decidido que otros usos de la tierra, como los Parques Nacionales, debían prevalecer sobre la minería. Otro ejemplo, también relacionado con la arena, es el de Bahía Shelburne. Se otorgaron concesiones mineras sobre áreas que más adelante demostraron poseer un valor importante para la conservación y la diversidad biológica y cuya conservación sostenible era incompatible con las operaciones mineras propuestas. En la primera etapa de cualquier proyecto habría que identificar las áreas "intocables" y, ciertamente, antes de generar cualquier alteración. En primer lugar, las prácticas innovadoras relativas a estudios de diversidad biológica previos a las operaciones mineras y los procedimientos eficaces de planificación de minas y de evaluación del impacto podrían generar preocupación ambiental. Tras debatir con las autoridades y otras partes interesadas en la zona, puede tomarse la decisión de no seguir adelante con las operaciones mineras en dicha zona. A veces, es necesario contar con autoridades que tengan iniciativa y con el esfuerzo de la comunidad, a fin de garantizar la protección de zonas en las que una compañía no haya identificado los valores durante el estudio o la planificación, o cuando surja información nueva como consecuencia de una investigación independiente. El compromiso del gobierno, como en el caso de la bahía Shelburne, podría requerir una legislación especial para

proteger los valores de diversidad biológica y su conservación.

Las concesiones mineras para las dunas de la bahía Shelburne habían sido otorgadas para la explotación de arena de sílice. La propuesta minera habría implicado la eliminación de dos sistemas de dunas, las colinas Conical y Saddle, cerca de Round Point, bahía Shelburne, y también la construcción de una importante infraestructura portuaria desde el extremo este de ahía Shelburne, pasando por la Isla Rodney, hacia aguas más profundas.

El gobierno federal rechazó las propuestas de realizar operaciones mineras en la zona en la década de los 80, fundamentándose en su valor de conservación; sin embargo los campos de dunas seguían estando técnicamente disponibles para la minería. En el año 2003, en el momento de la renovación de las concesiones, las inquietudes de los grupos aborígenes, conservacionistas e integrantes de la comunidad científica, hicieron que el gobierno de Queensland cancelara las concesiones cuando se presentaron las solicitudes para su renovación. El gobierno aprobó enmiendas especiales a la Ley de Recursos Minerales (de Queensland) de 1989 para confirmar que el derecho de renovación de las concesiones quedase revocado, y así garantizar que los valores ambientales y de conservación del área están protegidos.



Figura 2.5 Arena de sílice de ahía Shelburne

Mediante convenios y acuerdos internacionales, la industria y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales han buscado crear directrices sobre las zonas prohibidas para las operaciones mineras dentro y entre países. Las compañías mineras internacionales pertenecientes al Consejo Internacional de Minería y Metales, y las firmas australianas que pertenecen al Consejo de Minerales de Australia (MCA) han acordado que no realizarán operaciones mineras en emplazamientos incluidos dentro de las zonas del Patrimonio Mundial. El diálogo continúa promoviendo un mayor consenso sobre las medidas necesarias para mantener los valores de otras áreas protegidas.

En Australia, todo proyecto de desarrollo está sujeto a una evaluación federal y estatal si se han definido valores significativos en virtud de la legislación pertinente. Hay áreas protegidas establecidas por leyes federales y estatales que pueden excluir las actividades mineras y/o de exploración en zonas específicas (por ejemplo, parques nacionales o parques marinos).

Los estudios de las compañías mineras y de otras empresas pueden ocasionalmente descubrir valores de diversidad biológica excepcionalmente altos en zonas que hoy carecen de protección legal. Una detallada evaluación de estos valores y de los

potenciales impactos de la Evaluación de los impactos para permitir la reducción, mitigación y rehabilitación

La evaluación del impacto ambiental y social debería ser un proceso iterativo de evaluación de impactos, que considere las alternativas y compare los impactos previstos respecto de la base de referencia establecida. Como mínimo, se deberán realizar las siguientes evaluaciones dentro y alrededor de la zona propuesta para el proyecto:

- Evaluación del nivel de impacto (ecosistema, especies y/o genética)
- Evaluación de la naturaleza del impacto (primaria, secundaria, a largo plazo, a corto plazo, acumulativa)
- Evaluación sobre si el impacto es positivo, negativo o neutro
- Evaluación de la magnitud del impacto con relación a la riqueza de las especies/ del hábitat, tamaños de la poblaciones, tamaños de los hábitats, sensibilidad del ecosistema y/o alteraciones naturales recurrentes.

Muchos proyectos mineros existentes tienen evaluaciones de impacto ambiental y social realizadas hace cierto tiempo; en algunos casos hay proyectos que no han realizado ninguna evaluación. Para estos proyectos, es importante que las evaluaciones de diversidad biológica y las consideraciones de gestión estén incorporadas en su sistema de gestión ambiental y otros sistemas y procedimientos normativos e internos pertinentes. También es importante que estas evaluaciones sean revisadas periódicamente, para garantizar que sean coherentes con cualquier cambio en las circunstancias, como, por ejemplo, el descubrimiento de nueva flora.

Al evaluar el impacto en la diversidad biológica, se debería reconocer que su intensidad varía a lo largo de la vida de un proyecto. Por lo general, es baja al comienzo, pero aumenta notablemente durante las fases de construcción y explotación, y disminuye a medida que se llega al cierre planeado. El siguiente estudio de caso ilustra cómo una compañía minera australiana ha ayudado a preservar el hábitat de la cacatúa lustrosa (*Calyptorhynchus lathami*), catalogada como "amenazada" dentro de la Reglamentación para la Conservación de la Naturaleza (Flora y Fauna) de Queensland, 1994 (véase LP **Diversidad Biológica**, p. 21). La *C. lathami* es un ave de gran tamaño con una dieta muy especializada. En la isla North Stradbroke, Queensland, se había anotado que solo se alimentaba con dos a tres especies de árboles del género *Allocasuarina* y, por lo tanto, depende mucho de esta fuente de alimento. Estos árboles eran comunes en tierras alteradas y son ahora una de las especies de árboles más abundantes en el desarrollo de la rehabilitación, luego de considerables operaciones mineras de arenas minerales.

- Resultados del proyecto:
- La compañía obtuvo información para manejar estas especies dentro del área de la concesión
 - Se amplió la base de conocimiento al contribuir a un estudio bastante mayor de las especies en la región sudeste de Queensland, ayudando de este modo a asegurar su futuro
 - Se identificaron posibles oportunidades y efectos beneficiosos de la plantación de especies de árboles apropiadas como fuente de alimento dentro de las actividades de rehabilitación de la tierra.



Figura 2.6 Cacatúa lustrosa

la participación de la comunidad en las primeras etapas

Introducción

Con frecuencia, la participación de la comunidad comienza antes o durante las actividades de exploración de la compañía. En algunos casos, será necesario negociar y obtener el consentimiento de los propietarios de las tierras o de los grupos indígenas. Como sucede con las primeras impresiones, la calidad de la participación de la comunidad en esta primera etapa es de suma importancia, ya que influirá en las relaciones futuras.

Desde el punto de vista de las futuras operaciones, es fundamental que la compañía de exploración se centre en el aspecto de la participación de la comunidad.

Cuanto mayor sea el esfuerzo en esta primera parte del ciclo minero, mayor será la recompensa más adelante dentro de este ciclo, por ejemplo, en cuanto a la credibilidad dentro de la comunidad. Esto conducirá a que la comunidad piense que la preocupación de la empresa por su bienestar es sincera. A la inversa, hay muchos casos en los que la compañía de exploración no ha seguido los protocolos apropiados o ha molestado a la comunidad local, lo que ha llevado al cese de la exploración y ha puesto en peligro cualquier operación minera futura en la tierra afectada.

La participación de la comunidad y su desarrollo son procesos distintos que se superponen. La participación efectiva de la comunidad es parte integral del desarrollo de la comunidad, pero la participación también puede ser necesaria para otros fines, como, por ejemplo, hacer frente a la preocupación de la comunidad sobre el impacto ambiental. De este modo, el desarrollo de la comunidad implica algo más que la mera interacción con la comunidad: por ejemplo, diseñar programas y establecer vínculos con el gobierno y con otras organizaciones.

La Tabla 1 contiene ejemplos que ilustran los tipos de actividades que en general se pueden categorizar en términos de ambos procesos durante la exploración minera. Los ejemplos abarcan una amplia variedad de actividades de participación y desarrollo, que van desde el suministro de información hasta la promoción de la autonomía. Se ofrecen para dar una indicación del tipo de actividades que se podrían realizar de modo individual; no son, en cambio, prescriptivos bajo ningún concepto, ya que las actividades indicadas no serán apropiadas para todas las operaciones.

Tabla 1: Actividades para la participación y desarrollo de la comunidad durante la exploración (fuente: LP **Participación de la comunidad**)

Etapa del proyecto	Ejemplos de actividades de participación de la comunidad	Ejemplos de actividades de desarrollo de la comunidad
Exploración	Discusión y diálogo a efectos de: <ul style="list-style-type: none"> • Solicitar permisos para tener acceso a la tierra • Negociar el uso de la tierra y otros acuerdos • Identificar y abordar cuestiones de patrimonio cultural • Informar a la población acerca de las actividades de exploración y del calendario. Manejar las expectativas y abordar las inquietudes de la comunidad relativas a: <ul style="list-style-type: none"> • El impacto de la exploración • El potencial para el futuro desarrollo • Las oportunidades para la comunidad si se desarrolla el recurso. 	Dar oportunidades para que las personas del lugar encuentren empleo o provean productos o servicios para las tareas de exploración. Ayudar a los grupos de propietarios tradicionales a cimentar su capacidad para negociar. Dar apoyo o colaborar con el desarrollo de la infraestructura en zonas donde tiene lugar la exploración.

El siguiente estudio de caso de la serie de manuales de prácticas innovadoras ilustra cómo una buena participación en la etapa de exploración de un proyecto obtuvo la buena voluntad y la confianza para permitir que una de las mayores operaciones mineras de carbón de tajo largo conviviera con una de las regiones vitivinícolas más selectas de Australia. A mediados del decenio de 1990, la mina de carbón en **Bulga de Xstrata**, que operaba en el valle del Hunter, Nueva Gales del Sur, solicitó licencias de exploración para buscar más recursos de carbón en una zona debajo de 40 viñedos comerciales y adyacentes al arroyo Wollombi, un importante cauce de agua de segundo orden en la zona. En una reunión pública a la que asistieron unos 200 residentes de la localidad, se expresó la profunda inquietud con relación al impacto de las operaciones mineras subterráneas sobre la viticultura y los recursos hídricos de la zona. La prensa del estado dio cuenta del desarrollo de la reunión (LP **Comunidad**, p. 15).

Como respuesta, la compañía formó un equipo específico para el proyecto y creó un comité de consulta con la comunidad para abordar sus inquietudes. Se alcanzó un acuerdo para construir un viñedo simulado sobre la mina subterránea South Bulga, ya existente, para evaluar el impacto de la subsidencia en la infraestructura del viñedo. Se mantuvo informada a la comunidad sobre los resultados tanto del programa de exploración como de las pruebas de viticultura mediante días de acceso abierto y boletines. Durante la elaboración de la declaración de impacto ambiental (EIS) para continuar los trabajos subterráneos de South Bulga a la nueva mina perforada de crestería, de tajo alto de Beltana, se realizó una evaluación de impacto más detallada en cada propiedad a ser socavada. Se elaboraron estrategias de gestión de la propiedad privada, que luego fueron adaptadas especialmente a cada propiedad, y se entregó a cada propietario su propio cuadernillo. Tras la aprobación del proyecto, se actualizaron los cuadernillos, que pasaron a formar parte del proceso del plan de gestión de la subsidencia. Por último, se estableció un amplio programa de consulta para la gestión constante de la mina Beltana.

Estas iniciativas fortalecieron la relación entre la mina y la comunidad, y ayudaron a reducir el impacto ambiental de las operaciones mineras en los viñedos. Prueba del éxito de los programas de consulta es que se recibieron solo dos objeciones de la comunidad a la ejecución del desarrollo y a las declaraciones de impacto ambientales que las apoyaban.



Figura 2.7 Programa de vigilancia de viñedos en Beltana

Estudios de referencia y evaluaciones del impacto social

Por lo general, en Australia se exige que los grandes proyectos de desarrollo realicen una evaluación del impacto social como parte del proceso de aprobación ambiental. Tradicionalmente, éste era el único momento en el que se daba consideración formal al tema del impacto social. Sin embargo, en la actualidad las compañías líderes de la industria emprenden voluntariamente estudios equivalentes, para comprender mejor a las comunidades locales y gestionar eventos significativos, como ampliaciones y cierres. Para describir estos ejercicios existe una amplia terminología, a saber: vigilancia social, evaluaciones sociales o estudios socioeconómicos de referencia. Sin embargo, el elemento común es el enfoque en la identificación y seguimiento del impacto social de un proyecto, sea positivo o negativo, y los problemas clave para la comunidad asociados al proyecto.

Una evaluación integral del impacto social debería apuntar a:

- Identificar los factores sociales, ambientales, demográficos y económicos clave que limitan o impulsan el cambio en una comunidad o región en particular
- Entender cómo el establecimiento, la ampliación o el cierre de una operación minera repercutirá sobre esta comunidad o región
- Definir bases de referencia clave, a partir de las cuales medir los cambios pasados y futuros, y si estos se relacionan, o no, específicamente con el impacto de la operación minera
- Identificar potenciales riesgos y oportunidades para la comunidad o región derivadas de la presencia del negocio e indicar cómo podrían evitarlos o asegurarlas, según el caso
- Identificar programas, servicios, proyectos y/o procesos existentes (como un plan comunitario o regional), en los que se podrían integrar potenciales iniciativas.

Hay diversos métodos y enfoques para realizar estudios de referencia y evaluaciones de impacto social. Los investigadores pueden emplear diversos marcos de trabajo, inspirados en metodologías derivadas de una serie de ciencias sociales, como economía, sociología, antropología, geografía social, desarrollo de la comunidad, marcos basados en los derechos, comunicaciones, asuntos públicos o psicología social. Es necesario que los representantes de la compañía o del emplazamiento que encargan el estudio de impacto social/socioeconómico de referencia y la redacción de su ámbito entiendan que son muchos los enfoques disponibles.

Las evaluaciones deberían emplear tanto los datos cualitativos (obtenidos mediante entrevistas y grupos focales) como los datos cuantitativos disponibles (sobre tendencias demográficas, datos del mercado laboral y de empleo, distribución de ingresos, niveles educativos e índices de salud).

Al obtener el aporte de la comunidad, es importante ser lo más amplio e inclusivo posible, para garantizar la identificación de todas las cuestiones pertinentes. En particular, las operaciones no solo deben intentar hacer participar a los grupos e individuos que tienen una actitud positiva o ejercen gran influencia. La misma importancia tiene involucrar a grupos marginales, que no se presentan necesariamente de forma voluntaria, y también a la "mayoría silenciosa", cuya perspectiva a veces se pasa por alto a causa de las personas o grupos comunitarios que sí se expresan. Como se ha destacado anteriormente, las mujeres también constituyen grupos de interés importantes dentro de las comunidades y en los sitios de trabajo, y pueden aportar perspectivas y opiniones sobre algunos temas que difieren de las de los hombres.

Los procesos de participación empleados deben tomar en consideración

circunstancias y necesidades de comunicación particulares. Puede ser necesario realizar reuniones después del horario de trabajo, en distintos lugares, y con frecuencia serán necesarios distintos estilos de presentación y de comunicación. Es asimismo importante tener en cuenta los niveles de alfabetización y el trabajo transcultural con las comunidades para las que el idioma oficial no es la lengua materna.

El siguiente estudio de caso de la Columbia Británica, Canadá, presenta los resultados de un estudio de 15 comunidades con nexos con la minería y afectadas por condiciones socioeconómicas en descenso.

COMUNIDAD MINERA: Tumbler Ridge

UBICACIÓN: Columbia Británica, Canadá

DESCRIPCIÓN BREVE: Región de minas de carbón metalúrgico a cielo abierto

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: Condiciones sanitarias y socioeconómicas en las comunidades mineras; transferencia del conocimiento, planificación integrada de la mina

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Participación de la comunidad

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN:

En el año 2005 se inició un estudio de investigación de colaboración entre el Departamento de Ingeniería de Minas y la Escuela de Población y Salud Pública de la Universidad de British Columbia, subvencionado por los Institutos Canadienses de Investigación de la Salud y con el respaldo de la Asociación Minera de Columbia Británica. El objetivo del estudio, conocido como "Proyecto de minería y salud pública", fue caracterizar las condiciones socioeconómicas y de salud de 15 comunidades con nexos con las minas, durante un período prolongado, marcado por condiciones económicas en descenso. Uno de sus objetivos era identificar indicadores clave para la sostenibilidad y la salud de la comunidad, que pudieran servir para proveer las necesidades reales de las comunidades durante la planificación de la mina.

Específicamente, esta investigación se centró en: un examen cuantitativo de los indicadores a nivel comunitario que describen las características económicas, de sostenibilidad y demográficas de 15 comunidades mineras en la provincia occidental canadiense de Columbia Británica, durante un período (entre 1991 y 2001) en el que el sector minero experimentó una depresión económica; y la evaluación de la relación entre la exposición a condiciones económicas en descenso y los indicadores clave de salud (resultados de enfermedades cardiovasculares y de salud mental) durante el mismo lapso. Los resultados mostraron que estas comunidades mineras tenían una gran dependencia económica del sector minero, carecían de diversidad económica y no había igualdad de oportunidades de empleo e ingresos para las mujeres. Durante el período del estudio, la población de estas comunidades mineras había descendido, y allí donde las minas se habían cerrado, se había perdido más del 50% de la población. Los períodos de declinación económica también habían coincidido con aumentos clínicos, estadísticamente significativos, de enfermedades cardiovasculares graves y trastornos mentales; estos resultados en el área sanitaria se agravaron durante el cierre de la mina.

Al culminar el estudio, los Institutos Canadienses de Investigación de la Salud

otorgaron fondos adicionales a los investigadores para que compartieran los resultados con los diversos grupos de interés; en el campo de la salud de la población, este proceso se conoce como “transferencia del conocimiento”. Los indicadores del estudio identificaron que Tumbler Ridge, la comunidad minera en el norte de Columbia Británica, era particularmente vulnerable al impacto de la minería. Por lo tanto, los investigadores elaboraron un plan de transferencia del conocimiento para compartir los resultados de la investigación con representantes comunitarios municipales, de los servicios de salud y de la mina. Entre los objetivos generales de la estrategia de transferencia del conocimiento se destacaba la importancia de la salud de la comunidad para la industria minera regional, con el objetivo de mejorar la planificación integrada de la comunidad hacia una minería sostenible. Se dio inicio a una amplia gama de estrategias de transferencia del conocimiento: la elaboración de un informe abreviado de la investigación, que destacó los principales resultados de esta, expresándolos en un lenguaje sencillo; la presentación de los resultados de la investigación en un congreso regional de minería de carbón y la facilitación de un taller sobre Minería y Salud regional que reunió por primera vez a representantes municipales, proveedores de servicios de salud y a la industria minera local, para dialogar sobre los resultados de la investigación, evaluar el informe abreviado y discutir el desarrollo de un plan de sostenibilidad para la comunidad. Como resultado, el informe abreviado de la investigación se distribuyó ampliamente y está disponible en línea . La interacción entre los investigadores y las partes interesadas también ha generado interés por el desarrollo de relaciones colaborativas con el fin de continuar aplicando las pruebas resultantes de la investigación. Además, tal es la importancia de los resultados y recomendaciones de la investigación, que se logró captar el interés inicial de las partes interesadas asociadas a otro proyecto minero en Columbia Británica, recientemente aprobado.



* Aporte de J. A. Shandro, Departamento de Ingeniería de Minas, Universidad de Columbia Británica, Canadá; M. Scoble, Departamento de Ingeniería de Minas, Universidad de Columbia Británica, Canadá;

¹ El informe abreviado de la investigación sobre Minería y Salud Comunitaria fue elaborado por Shandro, Koehoorn, Scoble y Hurrell en el año 2009. Se solicitó a los participantes del taller de Minería y Salud Comunitaria que evaluaran el borrador con el objeto de garantizar la claridad de los resultados de la investigación, así como la aplicabilidad y pertinencia de las recomendaciones asociadas. El informe final se encuentra disponible en línea en: <http://www.spph.ubc.ca/sites/healthcare/files/1258418522196.pdf>

Otro ejemplo internacional de un estudio de una comunidad regional en una zona donde en un futuro habrá operaciones mineras intensivas de carbón es la región Waterberg, en Sudáfrica.

MINA: Campo de carbón Waterberg

UBICACIÓN: Witbank, Sudáfrica

BREVE DESCRIPCIÓN/ANTECEDENTES: Minería subterránea y a cielo abierto. El carbón aporta el 93% del total de la electricidad que se consume en el país. El rápido desarrollo económico y un amplio programa de electrificación han dado como resultado una crisis energética en Sudáfrica. Para contribuir a suplir las necesidades energéticas del país, se planea desarrollar los campos de carbón de Waterberg, a fin de dar combustible a las nuevas centrales eléctricas y otras tecnologías de suministro energético. Estos planes no ayudarán a alcanzar los compromisos gubernamentales de reducir las emisiones de carbono a medio plazo.

Los planes actuales para los campos de carbón de Waterberg, hacia el oeste y el norte de Lephalale (la población de mayor tamaño y centro económico del municipio, además de ser la ciudad de crecimiento más rápido en Sudáfrica, con un índice de crecimiento anual del 30% en los últimos tres años), incluyen la ampliación de la actual mina de carbón, para alimentar una central térmica actualmente en construcción. Entre los posibles desarrollos futuros hay minas de carbón adicionales, de seis a nueve centrales eléctricas, y otras industrias que hacen uso intensivo del agua y que necesitan carbón.

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: Eficacia de recursos; participación de la comunidad

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Participación de la comunidad

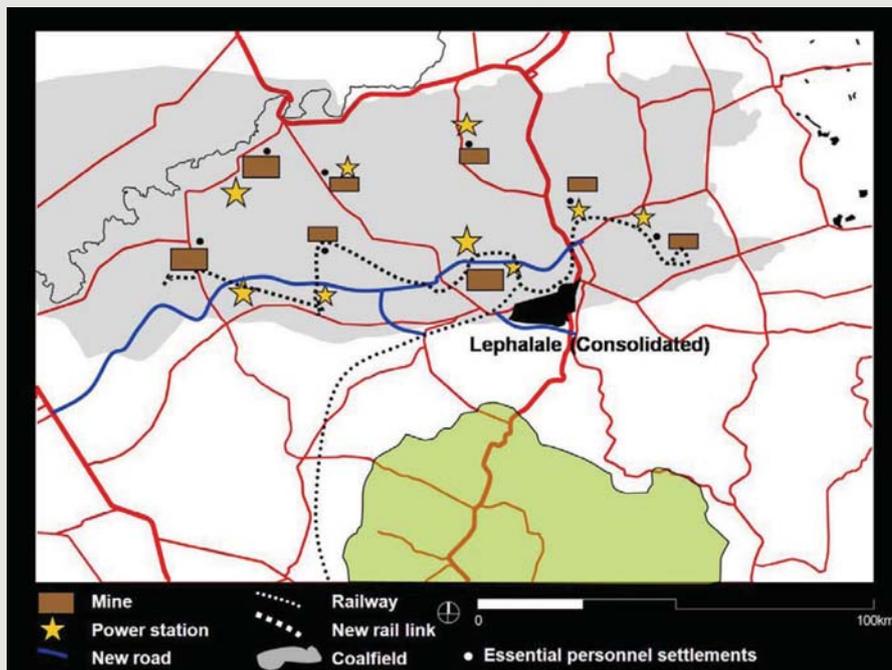
DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN:

El desarrollo sostenible, en particular dentro del contexto sudafricano, requiere la integración de numerosos factores, entre ellos, cuestiones relacionadas con asuntos económicos, sociales y financieros, así como aspectos humanos, ambientales y bienes de producción artesanal e industrial. Todos estos aspectos están unidos en un complejo sistema, de modo que los cambios en un factor pueden afectar, directa o indirectamente, y también de manera acumulativa, a otros. Por último, cuando se traza un recorrido para el desarrollo sostenible, debemos fijar la mirada en un punto bastante distante en el futuro, con el objeto de garantizar la equidad intergeneracional, que es uno de los pilares del desarrollo sostenible.

La multiplicidad de los factores a considerar, los horizontes a largo plazo afectados y los altos niveles de incertidumbre sugieren que las prácticas de planificación convencionales no pueden generar los resultados necesarios para el desarrollo sostenible. En situaciones de este tipo, los escenarios posibles pueden ser más útiles para la toma de decisiones informadas y el aprendizaje en situaciones de gran incertidumbre. Los escenarios posibles pueden contribuir a interpretar y hacer frente al cambio, ayudar a los responsables de la planificación a anticipar hechos cruciales y a abrir nuevas posibilidades y percepciones. A través del pensamiento sistémico, los escenarios posibles admiten que numerosos factores pueden combinarse de modos complejos para crear futuros imprevistos. Por lo tanto, su elaboración se adecua a cualquier pensamiento de futuro relacionado con el desarrollo sostenible.

Los escenarios posibles previstos para Waterberg han sido conceptualizados a alto nivel, respaldados por una base de hechos elaborada en las oficinas con información proveniente de una serie de indicadores seleccionados como criterios representativos para el "éxito", que estaban disponibles en dicha base. Los escenarios posibles se presentan como relatos sobre la zona del yacimiento carbonífero, concentrándose en Lephalale (anteriormente conocida como Ellisras), en algún momento en un futuro lejano, cuando las reservas de carbón se hayan explotado al máximo y las operaciones mineras estén casi todas cerradas o por cerrar. El punto de partida de todos los escenarios posibles es, por supuesto, la actualidad, y el actual contexto de Waterberg se resume primero como un trampolín para las elaboraciones y los escenarios posibles de asentamientos relacionados con ellas.

Los resultados del estudio indican que algunos de los problemas potenciales que podrían surgir ya son evidentes. Esto puede verse en el escenario posible en el que "nada cambia". La zona de minas de platino y los yacimientos carboníferos de Mpumalanga se han empleado como representativos, para corroborar los resultados de este estudio. De modo significativo, ambas zonas representativas se caracterizan por patrones de asentamiento dispersos y se asocian a impactos ambientales y socioeconómicos negativos. Los impactos socioeconómicos relacionados con cada escenario posible se describen cualitativamente; también se proporciona un resumen cuantitativo (véase, CSMI 2010).



Referencia: CSMI, agosto de 2010 "Desarrollo sostenible para el yacimiento carbonífero de Waterberg. Escenarios posibles para modelos de asentamientos óptimos"

* Contribución de la profesora May Hermanus, Centro de Sustentabilidad Minera e Industrial (CSMI), Universidad de Witwatersrand

Participación de las mujeres

Numerosas compañías mineras progresistas reconocen con cada vez mayor frecuencia el importante papel que desempeñan las mujeres en la toma de decisiones, en particular en las sociedades indígenas. Es esencial hacer participar a las mujeres en las primeras etapas de un proyecto. El caso siguiente ilustra las prácticas innovadoras relativas a la participación de las mujeres locales en Indonesia y Papúa Nueva Guinea.

MINA: de carbón, PT Kaltim Prima

MINA: de carbón, PT Kaltim Prima

UBICACIÓN: Kalimantan Oriental, Indonesia

DESCRIPCIÓN BREVE: Incorporación de la perspectiva del género en los Programas de desarrollo comunitario de KPC mediante un "Proyecto de acción participativa" entre 2006 y 2010.

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Desarrollo comunitario/CSR

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN

Constituida en Indonesia en 1982, PT KPC originalmente era propiedad conjunta de BP y CRA Ltd, pero fue vendida a Bumi Resources Limited, una compañía de Indonesia (ver detalles en www.bumiresources.com) por 8.800 millones de dólares estadounidenses en 2003. En el año 2007, la empresa de capital indio Tata Power Company adquirió el 33% de las acciones de Bumi Resources Limited. En los últimos años, la producción de carbón de KPC ha crecido notablemente: de 19 millones de toneladas en 2003 a 48 millones de toneladas en 2010. Cuando KPC alcance la meta de producción que se ha fijado, 70 millones de toneladas en 2015, será de lejos la mayor mina productora de carbón del mundo.

KPC es la primera compañía minera, y la más grande, en operar en un medio ambiente ecuatorial sensible de la región. Entre la compañía y la comunidad había surgido una relación de dependencia, o una relación patrón-cliente. En la actualidad, KPC posee unas doce minas a cielo abierto (solo siete están actualmente en funcionamiento), dos instalaciones de preparación de carbón, una cinta transportadora de 13 kilómetros hacia la costa y dos terminales marítimas para el manejo de transportes oceánicos a granel. También es propietaria de toda la infraestructura de apoyo en la zona. A consecuencia del salto en la producción, aumentaron los efectos negativos en la comunidad, haciendo más vulnerables que antes a las mujeres y a la juventud.

El proyecto abordó la siguiente cuestión clave: "¿Cómo pueden las comunidades locales de las regiones mineras en los países en desarrollo obtener beneficios sostenibles de la presencia de operaciones mineras a gran escala?" Más específicamente, el proyecto preguntaba: "¿Cómo puede el empoderamiento de las mujeres que viven en las comunidades afectadas por las minas contribuir al desarrollo de medios de vida locales sostenibles durante la vida de una operación minera a gran escala y después de que esta finalice?" En teoría, estas preguntas se ubican en la intersección de tres campos de debates recientes:

1. Estudios del impacto social de la minería en las comunidades rurales, remotas o indígenas;
2. Reflexiones sobre la importancia de los proyectos y programas de desarrollo comunitario dentro del marco de la Responsabilidad Social Empresarial y la

“Tripleta de beneficios”, y

3. La aplicación de los principios de género y desarrollo a los procesos socioeconómicos desencadenados por la minería que, por lo general, agravan las desigualdades de género en el seno de las poblaciones afectadas. La inclusión de un enfoque inspirado en estos principios en el desarrollo de la comunidad fue el componente singular de este proyecto, y ofrece un modelo a emular por otras compañías.

El propósito del proyecto participativo de Investigación-Acción era crear relaciones laborales cooperativas con mujeres y hombres en las comunidades afectadas por la minería. El objetivo era producir conocimientos prácticos y resultados eficaces, con igualdad de género, que beneficiaran a todas las partes interesadas. Al colaborar con la comunidad, el estudio produjo análisis de género del contexto local, antes y después de la intervención del proyecto de desarrollo comunitario; evaluaciones sobre las necesidades por género en los pueblos; evaluaciones de los programas específicos efectuados por la compañía; vigilancia y evaluación basadas en la perspectiva de género de los proyectos de desarrollo comunitario existentes, concienciación de la perspectiva de género y desarrollo de capacidades para el personal de la compañía, y la elaboración de nuevos programas de desarrollo comunitario orientados al empoderamiento de las mujeres. Casi todos los informes y estudios se encuentran disponibles en el sitio web del proyecto: www.empoweringcommunities.anu.edu.au.



Figura 2.10 Mujeres agricultoras en poblados

* Colaboración de: Dr. Kuntala Lahiri-Dutt

UBICACIÓN: Papúa Nueva Guinea

DESCRIPCIÓN BREVE: El programa Mujeres en la minería aborda las desigualdades de género en la distribución de los beneficios mineros mediante el desarrollo de capacidades y el empoderamiento de las mujeres.

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: Género y desarrollo de la comunidad

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN: la experiencia internacional demuestra que el sector minero tiene un sesgo de género: son los hombres los que fundamentalmente reciben los beneficios relacionados con la minería, como el empleo y los ingresos, en tanto que los impactos negativos más graves (riesgos sociales y ambientales) recaen en gran medida en las mujeres, que comparten de forma desproporcionada menos beneficios. El sector minero en PNG no constituye una excepción.

Las actividades del programa Mujeres en la minería han contribuido a establecer vínculos entre redes de mujeres clave a nivel nacional y grupos de mujeres a nivel local para crear capacidad en las asociaciones de mujeres locales, y les han dado más voz frente a los líderes comunitarios masculinos y gobiernos locales. Asimismo, han ayudado a las compañías mineras a que sus programas comunitarios tuvieran destinatarios precisos, fuesen más eficaces y obtuvieran mejores resultados.

Algunas de las lecciones aprendidas en el programa Mujeres en la minería:

- Utilizar la perspectiva del género para entender los beneficios y riesgos de los proyectos mineros puede contribuir a identificar medidas que mejoren los resultados generales de desarrollo.
- Brindar apoyo a las necesidades y solicitudes de las mujeres puede ayudar a desarrollar un fuerte sentido de propiedad local entre las mujeres del lugar.
- Atender a las voces de las mujeres puede otorgarles capacidad para adoptar un papel de mayor iniciativa en los asuntos de la comunidad, y puede permitirles ayudar a otras en sus comunidades.
- Informar a las mujeres de la comunidad acerca de la minería les ayuda a sentirse partícipes en la evaluación del impacto del desarrollo de minas.



Figura 2.11 Mina Porgera

Colaboración de: Banco Mundial

PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNIDADES INDÍGENAS

La búsqueda de nuevos yacimientos de minerales está llevando cada vez más a las compañías de exploración y minería hacia zonas ocupadas por comunidades indígenas. Si bien la siguiente discusión se centrará en la situación australiana, los mismos principios básicos se pueden aplicar en América del Norte y del Sur, el Pacífico, Asia y muchas otras regiones.

Uno de los factores más importantes que da forma a la relación entre compañías de exploración y mineras y las comunidades indígenas es la capacidad de las partes para comunicarse entre sí de manera eficaz. Las compañías mineras y las comunidades indígenas tienen sus propias culturas distintivas, y la creación de fuertes relaciones entre los grupos depende de que cada parte entienda que la otra funciona dentro de un sistema de valores muy distinto. Si esta visión no es compartida, es difícil establecer relaciones duraderas que permitan coexistir a ambas culturas de forma amistosa, o gestionar con eficacia los problemas que surgen cuando las compañías mineras y los pueblos indígenas trabajan juntos.

El desarrollo de acuerdos y relaciones duraderas y sostenibles depende de que la industria minera y el pueblo indígena reconozcan la importancia de las diferencias culturales, y de que exploren modos de adaptar, modificar y cambiar las prácticas culturales. Las compañías mineras y las comunidades indígenas enfrentan el desafío de modificar las prácticas culturales de maneras que satisfagan las necesidades cruciales o de importancia cultural de una parte a la vez que se ajusten (en la medida de lo posible) a los objetivos de la otra.

Las prácticas y responsabilidades culturales con relación a la propiedad de la tierra difieren notablemente entre las comunidades indígenas de toda Australia. Las compañías de exploración y minería que se preparan para trabajar con las poblaciones indígenas por vez primera se beneficiarán del asesoramiento de expertos en estas prácticas y responsabilidades. Es importante tener en cuenta los numerosos protocolos asociados con el trabajo en tierras indígenas, entre ellos la tradicional bienvenida al país, la diferencia entre asuntos de hombres y asuntos de mujeres, así como la importancia del luto. Para actuar con prudencia se recomienda buscar el asesoramiento de expertos en estos asuntos. Una situación en la que este asesoramiento podría ser de particular importancia se da cuando hay que negociar el acceso a la tierra. Las compañías mineras necesitan tener certeza de que se están comunicando con las personas correctas, es decir, con las que tienen responsabilidades culturalmente apropiadas para esa población y detentan la autoridad para "hablar en nombre de la población".

Algunas veces, hay personas que podrían asegurar tener tal autoridad aunque todavía no se les ha conferido ampliamente ni reconocido según las costumbres. De modo similar, también es importante reconocer que, en algunas partes de Australia, el pueblo indígena que tiene responsabilidades de gestión de la tierra sobre la base de vínculos históricos con ella podría ser distinto de los Propietarios Tradicionales de esa tierra según su cultura.

Aparte de las normas culturales relacionadas con la propiedad de la tierra, su gestión y el acceso a la misma, hay muchas otras prácticas y creencias culturales indígenas que podrían entrar en conflicto con las normas de la industria. Para las compañías

mineras, es importante entender estas diferencias culturales si desean que la participación de las comunidades indígenas tenga éxito. Por ejemplo, hay costumbres sociales que los pueblos aborígenes no pueden ignorar, como la necesidad de asistir a un funeral, incluso cuando su frecuencia e importancia podría ser difícil de entender para el personal de la mina.

Del mismo modo, puede ser necesario evitar el contacto directo con algunos integrantes de la comunidad, según lo que indique la costumbre. Otro ejemplo importante es que la toma de decisiones de las comunidades aborígenes sigue normas de consenso culturales basadas en la discusión iterativa en subgrupos y asambleas generales. De ahí que el ritmo de la toma de decisiones puede ser más lento de lo que quisiera una compañía minera y, sin embargo, sin un proceso así, toda acción acelerada podría no resistir la prueba del tiempo. Si bien no es necesario entender en detalle cuáles son estas normas consuetudinarias, las compañías mineras deben comprender que existen y buscar ayuda de expertos y de personas del lugar para no dejarlas de lado.

Los yacimientos de carbón en India están situados dentro de zonas densamente pobladas donde la gente del lugar ha vivido durante generaciones. El siguiente estudio de caso ilustra un nuevo enfoque para la reubicación de la población local, lo que permite la compatibilidad de la mina y otros usos de la tierra.

MINA: Yacimientos de carbón de Jharia

UBICACIÓN: Jharkand, India

DESCRIPCIÓN BREVE: Mina de carbón subterránea y a cielo abierto

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: Utilización de recursos

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Participación de la comunidad; trabajo con las comunidades indígenas

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN

Como los minerales son específicos de cada emplazamiento, la actividad minera afecta a la comunidad que vive sobre o cerca del filón de mineral, que incluye a ocupantes y propietarios de tierras, tanto indígenas como no indígenas. En la India, la industria minera sigue la Política de Rehabilitación Nacional. Las compañías mineras individuales tienen sus propias políticas de rehabilitación y reubicación, e incorporan la Política Nacional para cuidar a las poblaciones que resulten afectadas por el proyecto. La compensación por la rehabilitación se decide mediante un estudio socioeconómico efectuado por la administración del gobierno estatal.

BCCL heredó más de 100 minas de carbón en los yacimientos de carbón de Jharia (JCF) de arrendatarios privados tras la nacionalización de las minas de carbón entre 1971 y 1973. La mayoría de estas minas tenía problemas y cuestiones ambientales y de rehabilitación y reubicación de las personas afectadas por incendios y subsidencia en esas zonas. El gobierno de la India aprobó el Plan de Acción de Jharia (JAP) en el Boletín Oficial publicado el 12 de agosto de 2009. BCCL, junto con la Autoridad de Rehabilitación y Desarrollo de Jharia (JRDA), han emprendido la aplicación de este Plan de Acción de Jharia ya aprobado. Se han empleado sensores remotos y aplicaciones de sistemas de información geográfica para reubicar y rehabilitar a las personas afectadas en lugares con servicios modernos, como programas de desarrollo de habilidades, agua potable e instalaciones sanitarias adecuadas.



Figura 2.1 Un nuevo asentamiento en construcción en Belgoria, Dhanbad, según el plan de Rehabilitación y Desarrollo de Jharia



Figura 2.1 Aumento de agua de la mina en JCF

* Colaboración de: Prof. Gurdeep Singh

La importancia del idioma en la creación de relaciones

El hecho de que el inglés sea probablemente un tercer idioma para muchos pueblos aborígenes de Australia y del mundo genera desafíos especiales para las compañías mineras que desean establecer relaciones con las comunidades indígenas y contratar empleados indígenas. La capacitación en la concienciación transcultural, por ejemplo, es una importante herramienta para el establecimiento de relaciones.

El objetivo de la capacitación transcultural en las compañías mineras es desarrollar respeto y entendimiento mutuos entre los empleados indígenas y aquellos que no lo son. Los programas de capacitación transcultural más efectivos se realizan como parte del proceso de orientación para todo empleado nuevo.

En el caso de los empleados indígenas, la capacitación transcultural les presenta las expectativas de la industria minera, especialmente en relación con:

- Higiene y seguridad en el lugar de trabajo
- Requisitos de acceso al emplazamiento
- Procedimientos operativos y expectativas laborales

La capacitación en concienciación transcultural ofrece a los empleados no indígenas las expectativas de la industria con relación a:

- El reconocimiento y mantenimiento de relaciones respetuosas con los propietarios tradicionales
- La protección de la herencia cultural aborígen
- El cumplimiento de las normativas ambientales.

Juntarse para aprender acerca de las culturas de los demás es una forma importante de establecer relaciones entre personas de distintos antecedentes culturales. También puede ayudar a la compañía a realizar la evaluación ambiental de zonas cultural y ecológicamente sensibles.

Los acuerdos entre las compañías mineras y pueblos indígenas con derechos e intereses en la tierra y las aguas constituyen el enfoque más práctico para encontrar maneras de satisfacer de modo recíproco los intereses de los demás. Muchas compañías formalizan hoy su relación con tierras conectadas a pueblos indígenas estableciendo acuerdos motivados ya sea por requisitos jurídicos, interés propio informado y/o la gestión del riesgo. El gobierno de Australia también alienta firmemente la negociación de acuerdos en lugar de entablar litigios, como una forma de resolver la interacción con la propiedad nativa y otros intereses de los aborígenes relativos a la tierra.

Los acuerdos permiten a las partes negociar resultados y garantizar que se alcancen soluciones satisfactorias para las necesidades de cada parte. Los acuerdos les permiten a las compañías mineras lograr un acceso seguro a la tierra, necesario si la intención es invertir enormes sumas en empresas comerciales mineras de alto riesgo y a largo plazo. También reconocen los intereses del pueblo indígena, que ha mantenido fuertes vínculos con la tierra y el agua, pero sobre las cuales, por cuestiones legales, o bien carece de título de propiedad nativa, o bien éste apenas subsiste de manera limitada.

Las relaciones entre las compañías mineras y las comunidades indígenas han mejorado enormemente en los últimos años. Las negociaciones se centran cada vez más en lograr resultados de beneficio mutuo y en el desarrollo de relaciones sostenibles. Ambas partes han desarrollado nuevas competencias en la negociación y el compromiso, y se orientan cada vez más al desarrollo de acuerdos que mejoren la capacidad de las comunidades indígenas para participar en la vida económica de la región. Tinto es un ejemplo del cambio en el índice de participación en la economía. A mediados del decenio de 1990, menos del 0,5% de la mano de obra australiana de Tinto era indígena, muy por debajo de los aproximadamente 900 empleados (7%) en el año 2007 (véase, LP **Indígena**, p. 69).

Predicción de drenaje de ácidos y metales

Introducción

El objetivo principal de la evaluación geoquímica de materiales mineros es orientar las decisiones de gestión. Por lo tanto, es crucial realizar un programa de evaluación por etapas, para garantizar que haya suficientes datos disponibles en todas las etapas del ciclo del proyecto. Las prácticas innovadoras pueden lograrse si se realiza un reconocimiento previo del potencial de drenaje de ácidos y metales (AMD).

El propósito de la evaluación geoquímica es identificar la distribución y variabilidad de los parámetros geoquímicos clave (tales como contenido de azufre, capacidad de neutralización de ácidos y composición elemental) y las características relativas a la generación de ácidos y a la lixiviación de elementos. Una investigación básica de análisis por niveles es esencial y debería comenzar en la etapa más temprana posible. Las necesidades y el ámbito para que las investigaciones sean detalladas dependerán de los hallazgos de los análisis iniciales. Dado que algunos estudios, como los ensayos de lixiviación o la determinación de la velocidad de oxidación de sulfuros, requieren un largo plazo para aportar los datos necesarios, es importante iniciar este trabajo con suficiente antelación a las etapas clave del proyecto.

Las referencias de otras operaciones mineras en la región, especialmente de las localizadas en las mismas unidades estratigráficas o geológicas, pueden aportar información empírica sobre la probable naturaleza geoquímica de los tipos de menas y de las rocas hospedadoras y encajantes. El geosinclinal de Pine Creek, en el extremo norte de Australia, es famoso por su tendencia a la generación de drenajes ácidos en prácticamente todas las minas de oro que operaron durante los decenios de 1970 y 1980.

También se pueden obtener indicaciones tempranas mediante la exploración de testigos de perforación, donde el registro de indicadores clave, tales como los tipos de sulfuros y carbonatos, su abundancia y patrón de ocurrencia constituye una práctica innovadora. Como mínimo, se debería analizar el contenido total de azufre en todas las muestras e incluir elementos ambientales clave en todos los ensayos de testigos de perforación. Las investigaciones mineralógicas examinarán el tipo y la modalidad de ocurrencia de los minerales de sulfuro y carbonato.

Se han elaborado numerosos procedimientos para evaluar las características de la generación de ácidos y el comportamiento de lixiviación de metales de los materiales de las minas. El método de análisis más extendido se basa en una valoración ácido-base (ABA), que es un equilibrio teórico entre el potencial de una muestra para generar ácido y neutralizar ácido. La forma más simple de ABA se denomina potencial neto de generación de ácido (NAPP).

Algunos minerales de azufre no generan ácidos (pero pueden contribuir al drenaje de metales) y hay diferentes formas y reactividades de minerales generadores de AMD y de minerales neutralizadores de AMD. En consecuencia, hay un nivel de incertidumbre inherente en las predicciones basadas únicamente en los ABA teóricos. Para zanjar esta incertidumbre se realizan investigaciones mineralógicas, análisis de elementos, especificaciones de azufre y carbonatos, estudios de capacidad neutralizadora de ácidos, de reactividad y la prueba de generación neta de ácido (NAG). La predicción de AMD mejora considerablemente si se aplica una combinación de pruebas, en particular, pruebas independientes como las de NAPP y NAG.

Muestreo

La selección de muestras es una tarea crucial y debe ser considerada atentamente en todas las etapas de un proyecto. Las muestras deben ser representativas de cada material geológico que se vaya a extraer o exponer, y de cada tipo de desecho, tanto en los planes mineros en curso como en aquellos en proyecto. El diseño del muestreo utiliza normalmente barrenos transversales a través del yacimiento.

La cantidad y el tipo de muestras serán específicas para cada emplazamiento y dependerán de la fase de desarrollo del proyecto, pero deben ser suficientes para representar correctamente la variabilidad/ heterogeneidad de cada unidad geológica

y tipo de desecho. Por lo tanto, en la selección de las muestras deberán considerarse factores como granulometría, defectos estructurales, alteración, formación de brechas, vetado, etcétera. Como mínimo, durante la fase de exploración hasta la factibilidad final, se deberían realizar ensayos de azufre total en todas las muestras de barrenos.

Si bien en las etapas de exploración y factibilidad previa los sondeos y los muestreos se concentrarán en las zonas de las menas, a medida que el proyecto progrese las muestras de rocas hospedadoras y encajantes deberían ser cada vez más representativas, para poder disponer de datos apropiados para realizar modelos de bloques y cronogramas de producción por tipos de desechos geoquímicos.

A continuación se enumeran pautas clave de muestreo (Scott et al., 2000):

- Las muestras de testigos de perforación y de lascas de percusión deberán representar intervalos de no más de 10 metros y abarcar tipos geológicos y tipos de menas individuales.
- Cada muestra compuesta debería obtenerse solamente de un testigo de perforación.
- Cada muestra debería pesar entre 1 y 2 kg. La muestra debería triturarse hasta una medida nominal de 4 mm, luego cuartearse hasta producir entre 200 y 300 g para pulverizado de menos de 75 micrones. Las fracciones de menos de 4 mm y los pulverizados deberían conservarse para realizar pruebas.

Preminería

Pocas fuentes de minerales son homogéneas, y se sabe relativamente poco sobre ellas y sus rocas hospedadoras en las etapas de preminería. Sin embargo, es importante que durante las etapas de preminería el equipo del proyecto, incluidos geólogos, ingenieros de minas, especialistas en medioambiente y expertos en AMD, garantice la recopilación de una base de datos geológicos y geoquímicos adecuada, para dejar claras las condiciones de base y el riesgo de AMD. En la tabla 3 se resume un programa típico de evaluación progresiva del trabajo. Es vital saber cuáles son los probables desechos que se generarán, los materiales que se expondrán y las restricciones que estos aspectos conllevarán en la operación minera (Scott et al., 2000).

Durante la etapa de factibilidad, es necesario elaborar un plan de cierre detallado del emplazamiento minero y calcular los costes. Este debe ser un “documento vivo” mientras dure la explotación, sujeto a revisiones y a actualizaciones regulares basadas en las nuevas tecnologías, los comentarios de las partes interesadas, los cambios en las condiciones del yacimiento y en las expectativas de la comunidad.

Objetivo de la vigilancia

El principal objetivo de un programa de vigilancia de AMD es aportar información pertinente que puedan usar los ingenieros y administradores del emplazamiento como una base para tomar decisiones informadas. Un programa de vigilancia eficaz facilitará la aplicación de un plan de gestión de AMD en el emplazamiento, que reduzca o elimine los impactos del AMD en el medioambiente, en la comunidad y en las operaciones mineras.

Independientemente de la etapa del proyecto (exploración hasta explotación) hay varias cuestiones a tener en cuenta cuando se elabora un programa de vigilancia. Los elementos típicos de un programa de vigilancia de AMD, durante la exploración/ factibilidad y explotación, se describen en el *Manual de prácticas innovadoras en la gestión del drenaje de ácidos y metales*. Sin embargo, es necesario que los programas de vigilancia sean específicos para cada emplazamiento, y que consideren la etapa de desarrollo del proyecto y la sensibilidad del medioambiente y de la comunidad de la zona. Otros puntos clave a considerar son:

- La naturaleza de los materiales que se manipularán, incluidos sus volúmenes y la reactividad.
- La probable composición del lixiviado que genere el material.
- Los probables receptores corriente abajo y las concentraciones de referencia de los analitos significativos.
- Volumen de material, incluidas la velocidad y la capacidad del personal para acceder al material.
- Los requisitos de las técnicas de muestreo, preparación y preservación.
- El mantenimiento de la integridad de las muestras y de la cadena de vigilancia.
- La referencia a los límites indicativos apropiados.
- Los plazos de entrega, tanto para el material extraído como para los análisis. Si el plazo del material extraído es relativamente corto, entonces deben aplicarse técnicas de análisis que permitan una devolución rápida de los datos.
- El tamaño de muestras representativas.
- Normativas gubernamentales y requisitos para las licencias.

El programa de vigilancia debería aportar información para facilitar la práctica innovadora de gestión de AMD a corto y a largo plazo. Es fundamental que los datos de la vigilancia sean utilizables y que exista un foro de comunicación sólido entre el equipo de vigilancia ambiental y los ingenieros y administradores del emplazamiento. La interpretación cuidadosa de los resultados de la vigilancia también es crucial para el desarrollo continuo y para la aplicación de un plan de gestión del AMD. Si las prácticas de gestión no son eficaces, entonces deberán tomarse medidas para rectificar la situación antes de que se manifiesten las consecuencias a largo plazo. A menudo una resolución rápida proviene una excesiva acidificación antes de que la solución se vuelva impracticable o prohibitiva debido a sus costes. La formación y el compromiso del personal son fundamentales para la gestión exitosa de los aspectos relativos al AMD.

El beneficio y la importancia de compilar una amplia base de datos sobre azufre y otros elementos a partir de los testigos de exploración en las etapas preliminares del desarrollo del proyecto se ilustran claramente en el proyecto del yacimiento de **Sari Gunay**, de Tinto, en Irán. Durante los estudios de exploración, prefactibilidad y factibilidad se compiló una base de datos modelo de recursos, que consistió en más de 15.000 ensayos de azufre y otros elementos, realizados en testigos de exploración con un metro de intervalo. Los datos determinaron que la presencia de azufre en los desechos de roca y en las menas era un problema para el proyecto, debido a la posibilidad de generar drenaje de ácidos de roca y contaminación de los recursos hídricos (LP **Ácidos**, p. 33).

Con el objetivo de evaluar el riesgo de drenaje de ácidos de roca se seleccionaron cuidadosamente 101 intervalos de testigos de exploración, para representar la probable variabilidad de cada tipo geológico de roca, con los cuales se realizaron ensayos de azufre, ANC y NAG. Los resultados indicaron que cerca de un tercio de la roca de desecho sería no formadora de ácidos (NAF), dos tercios serían potencialmente formadores de ácidos (PAF), y que solo una pequeña cantidad de lo extraído tendría un alto potencial formador de ácidos, y todo ello ocurriría en el último año de las operaciones. La roca NAF se produce hasta el séptimo año, y desde el octavo año hasta el final de la vida la mina, en el undécimo año, todos los desechos de roca serían PAF. El programa identificó la necesidad de volver a manipular el material NAF para poder aislar todos los desechos PAF.

La opción de diseño elegida fue incorporar todos los desechos sólidos en las presas y diques para decantación de derrubios, a fin de facilitar una vigilancia rigurosa en el emplazamiento de los materiales. Todos los desechos altamente PAF se colocarían en la instalación para almacenamiento de derrubios y todos los desechos PAF se colocarían, compactarían y aislarían en el terraplén. Este estudio de caso demuestra que, en la elaboración del proyecto, la predicción y la cuantificación tempranas de las cuestiones relativas al AMD permiten la integración de estrategias de vigilancia en la planificación minera y el diseño de ingeniería para minimizar las responsabilidades relativas al AMD a largo plazo.



Figura 2.1 Proyecto de Sari Gunay en Irán

Evaluación de la ejecución: vigilancia y auditoría

Elementos del programa de vigilancia

Los elementos de los programas de vigilancia de los proyectos mineros pueden agruparse, según categorías amplias, en vigilancia ambiental, social, de salud y seguridad del trabajo (OHS) y de operaciones mineras de rutina. Los elementos típicos de la vigilancia ambiental, social y de OHS y las frecuencias indicativas de vigilancia a través de todas las etapas del desarrollo del proyecto (exploración/ factibilidad, construcción/ explotación/ ampliaciones, cierre y postcierre) se describen en el Apéndice 2 del Manual de vigilancia de prácticas innovadoras. La vigilancia de las operaciones mineras de rutina no se aborda específicamente en el Apéndice 2, aunque algunos parámetros de vigilancia de las operaciones, como el balance hídrico, las tasas y la composición de la producción de menas y desechos, tienen relevancia directa respecto de otros aspectos de la vigilancia, como la calidad de las aguas vertidas y el drenaje de ácidos y metales.

Cada proyecto tendrá requisitos legales específicos de vigilancia. No obstante, la incorporación de parámetros adicionales de vigilancia y de criterios de evaluación de la ejecución es crucial para la identificación y la gestión proactiva de las cuestiones ambientales, sociales y de OHS durante todo el proyecto. Los métodos de las prácticas innovadoras van más allá de los requisitos legales y pretenden investigar aspectos de alto riesgo, cuantificar y mitigar impactos, elaborar soluciones y evaluar el éxito de las medidas de vigilancia. Se recomienda un enfoque basado en los riesgos para garantizar que, independientemente de las dimensiones de la operación minera, los programas de vigilancia específicos del emplazamiento incluyan elementos, frecuencias y parámetros de vigilancia apropiados, y criterios aplicables de ejecución en los que se base la evaluación de los datos de la vigilancia.

Vigilancia de la base de referencia

Cuando es posible integrar la vigilancia de la base de referencia (por ejemplo, en proyectos de minas de nueva creación y en ampliaciones de minas), esta resulta un componente crucial en los programas de vigilancia de prácticas innovadoras. La vigilancia de la base de referencia debería comenzar en la etapa de prefactibilidad e incluir todas las cuestiones ambientales, económicas y sociales pertinentes, identificadas en la planificación del riesgo.

En la mayoría de los casos, el sistema de vigilancia de la base de referencia deberá ser permanente para que puedan repetirse evaluaciones. Ello aportará datos fundamentales sobre varios aspectos no necesariamente vinculados a los impactos del proyecto minero en sí, como por ejemplo la variabilidad natural temporal y espacial, y los impactos preexistentes causados por proyectos mineros previos, por otros proyectos mineros en curso u otras causas. Estos datos son fundamentales para interpretar correctamente los resultados de los programas de vigilancia diseñados para evaluar la magnitud de los impactos relacionados con el proyecto minero y la recuperación tras la vigilancia del impacto o de la rehabilitación.

La mina de **Hail Creek** es una amplia explotación minera a cielo abierto de coque de hulla ubicada en el centro de Queensland y explotada por Rio Tinto Coal Australia (RTCA). La construcción de la mina comenzó en diciembre de 2001, luego de exhaustivos estudios de la base de referencia del medioambiente. El programa de vigilancia de la base de referencia de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, elaborado antes del comienzo de las operaciones mineras, ha permitido que la compañía RTCA detectara cambios potenciales debidos a impactos causados por la explotación, sobre la base de los resultados de los programas de muestreo hídrico de rutina, más aquellos provenientes de una vigilancia adicional realizada durante las lluvias y durante las descargas autorizadas.

La evaluación de la base de referencia de la salud ecológica de los cursos de agua

para zonas localizadas más arriba y más abajo del área de la explotación minera también ha contribuido a la evaluación de todos los impactos identificados.

Recientemente, se ha realizado un estudio socioeconómico de la base de referencia en todas las explotaciones de RTCA de la cuenca del Bowen. Esto contribuirá aún más a conocer los impactos potenciales sobre la comunidad y cómo mitigarlos, así como a la identificación de oportunidades de futuros programas comunitarios (véase LP **Vigilancia**, p. 19).



Figura 2.1 Emplazamiento minero de Hail Creek

Límites de detección de parámetros químicos

Cuando se eligen los niveles de resolución (es decir, los límites de detección) de los parámetros de vigilancia, es importante tener en cuenta por qué se recogen tales mediciones y cuál es el tiempo de validez de aplicación de las mismas. Con el tiempo, los métodos analíticos tienden a mejorar, y los niveles de resolución logrados tienden también a mejorar a medida que se reducen los límites de detección. En relación con esto, los estándares y las pautas a los que se apunta también tienden a reducirse, porque las percepciones de aceptabilidad de la comunidad tienden a ser más estrictas con el tiempo. Es verdad que los actuales métodos analíticos habituales de laboratorio que se comercializan no pueden detectar todas las sustancias tóxicas que figuran en las *Directrices de calidad de aguas dulces y marinas de Australia y Nueva Zelanda* en niveles por debajo de los valores umbrales (el metal de plata es un problema especialmente pertinente para la minería) (ANZECC y ARMCANZ 2000a). Si bien por el momento puede resultar aceptable presentar el límite actual de cuantificación práctica como un indicador de la calidad del agua para dichos parámetros, éste no será el caso a medida que mejoren los métodos analíticos.

Por estas razones, en las primeras etapas de un proyecto, es importante apuntar a la gama más baja de límites de detección que pueda lograrse actualmente, y en todas las etapas, reevaluar regularmente los niveles necesarios de resolución requeridos de los análisis de laboratorio, o que se especifican en el momento de adquirir equipamiento para la vigilancia del emplazamiento o de la zona, con el objetivo de

maximizar la pertinencia de los datos de vigilancia con el paso del tiempo. Como se menciona en la sección 4.7 del manual, los datos de vigilancia son a menudo las herramientas más valiosas de la sección ambiental de una mina, y debe evitarse tanto como sea posible su propia obsolescencia. El estudio de caso de Tampakan aporta un excelente ejemplo del comienzo de un proyecto de vigilancia lo más tempranamente posible, en este caso, varios años antes del inicio de la producción.

El proyecto de cobre-oro de Tampakan está ubicado al noroeste de la ciudad de General Santos, un gran centro de desarrollo en la isla de Mindanao, en el sur de Filipinas. Se trata del proyecto de una mina a gran escala, con recursos estimados (con fecha de diciembre de 2007) en un total de 2.200 millones de toneladas de una ley de 0,6 por ciento de cobre y 0,2 gramos por tonelada de oro, y que contiene 12,8 millones de toneladas de cobre y 15,2 millones de onzas de oro si se aplica un corte de ley de 0,3 por ciento de cobre.

La región es políticamente compleja y el yacimiento se halla en la cabecera de de siete cuencas fluviales diferentes, muchas de las cuales llevan agua que utilizan partes interesadas en grandes cantidades para el riego de cultivos, abreviar al ganado, el suministro de agua potable y para usos sanitarios, y como fuente de alimentos acuáticos y otros recursos. Todos estos factores contribuyen a la necesidad de obtener datos ambientales de referencia rigurosos y defendibles.

El programa de muestreo y análisis de calidad hídrica de referencia fue elaborado sobre la base de un riguroso control de calidad, de técnicas de muestreo sin trazas metálicas y de análisis moderno hasta niveles bajos de partes por miles de millones. Como resultado, se han obtenido dos años de datos de alta calidad de la referencia de la calidad del agua con una vigilancia mensual y/o trimestral (según la ubicación del sitio de muestreo) los cuales, se anticipa, aportarán un conjunto de datos idóneo para usar a lo largo de los varios decenios que durará el proyecto. Esto ha incluido la obtención de resultados fiables de análisis de trazas de metales, con niveles de resolución menores a 1 microgramo por litro.

Este amplio conjunto de datos de referencia de alta calidad ha superado con creces los requisitos mínimos para la etapa de prefactibilidad de un proyecto minero en Filipinas; en términos de calidad de datos, niveles de resolución y cantidad, también supera los requisitos internacionales habituales. Sin embargo, se observó que reportaba un beneficio sustancial para el proyecto, porque serviría como una base de referencia defendible durante muchos años, aportó valores de alta calidad para la planificación de la gestión ambiental del proyecto y brindó herramientas de capacitación en estándares internacionales de prácticas innovadoras para el personal y los proveedores de servicios filipinos (véase LP **Vigilancia**, p. 76).



Cierre de la mina

Planificación del cierre

La planificación del cierre de una mina debería realizarse progresivamente a lo largo del ciclo vital de las operaciones mineras. La cantidad de información variará y se concentrará en cuestiones específicas a lo largo de dicho ciclo vital. Para que la planificación del cierre de la mina resulte exitosa, el equipo de gestión debe garantizar que quede integrada al comienzo de la planificación, en vez de contemplarla al final de la vida de la mina. El trabajo inicial en el terreno, incluso en la etapa de exploración, puede generar un impacto en la eficacia y el éxito de la planificación del cierre. Para garantizar resultados óptimos, es crucial que la comunidad y otras partes interesadas participen en el proceso de planificación del cierre de la mina.

En muchos estados y territorios, las autoridades reguladoras exigen un plan preliminar de cierre como requisito para la aprobación del proceso. Este plan se usa para evaluar el proyecto, los controles ambientales exigidos y la responsabilidad potencial a largo plazo que presenta el desarrollo de la explotación minera. Las cuestiones típicas que debería abordar la evaluación de la factibilidad incluyen:

- Potencial zona de alteración
- Sensibilidad ambiental de la flora y la fauna, calidad de las aguas superficiales y subterráneas
- Volúmenes y tipos de desechos que se almacenarán, incluidos los desechos sólidos y los derrubios
- Caracterización de los desechos, incluidas las propiedades geotécnicas y el potencial de amd
- Ubicaciones apropiadas y capacidad exigida en las instalaciones de almacenamiento de agua para consumo, suministro del proceso y gestión hídrica del emplazamiento
- Estabilidad geotécnica de la superficie del suelo y de las obras de ingeniería
- Requisitos legales para el diseño y el cierre
- Propuestas de diseños de instalaciones de almacenamiento de desechos y costes para rehabilitar y cerrar
- Cuestiones de desarrollo social y económico y sostenibilidad, tales como iniciativas locales, utilización de la tierra y la infraestructura con posterioridad al cierre, y otros programas de desarrollo comunitario.

Gestión del riesgo y exploración

La exploración es una actividad de riesgo. En el decenio de 1960, investigadores canadienses encontraron que para producir una mina comercial, se investigan alrededor de mil emplazamientos de minerales, de los cuales solo un centenar se perfora para reconocimiento y en tan solo diez se realizan perforaciones intensivas. La exploración moderna puede haber modificado los cocientes, pero no mucho. Estas cifras muestran el alto riesgo comercial y la baja tasa de éxito de exploración en todo el mundo (Environment Australia, 1995).

La aplicación temprana y eficaz de los principios de gestión del riesgo constituye la base para las buenas relaciones a lo largo de todo el ciclo de vida de la explotación. Hay muchos ejemplos de relaciones dañadas en las etapas de exploración/descubrimiento o durante la factibilidad minera. Ello crea dificultades en las relaciones con las partes interesadas, que pueden extenderse a las fases de construcción, explotación y cierre de la mina, y pueden requerir un importante esfuerzo adicional de gestión, retrasar el inicio del proyecto o influir de manera adversa en la vida de la mina.

Un método para integrar la planificación de riesgos en un programa de vigilancia de un proyecto minero es la elaboración de un registro de riesgos, que incluya los riesgos de las etapas de la explotación minera junto con su vigilancia los criterios pertinentes de cumplimiento de cada uno. Se pueden elaborar registros de riesgos para cada etapa de operaciones, desde la exploración hasta el cierre y actualizarlos a medida que las operaciones mineras progresan. Un registro de riesgos puede aportar un marco para identificar riesgos significativos y las medidas de vigilancia para mitigarlos (lo que se recomienda como parte de un sistema de gestión ambiental según la norma ISO14001:2004, o cualquier otro mecanismo de gestión de impactos) (véase LP **Vigilancia**).

Planificación de la gestión hídrica

Introducción

El acceso al agua es un derecho humano fundamental. Las comunidades donde hay una industria en funcionamiento o una industria que produce impactos esperan y exigen que: 1) se las consulte en las decisiones relativas a la asignación de recursos hídricos; 2) la industria use el agua de manera eficiente; y 3) la industria no ejerza un impacto negativo en la calidad del agua.

Tradicionalmente, se han realizado consultas con la comunidad y otras partes interesadas durante las etapas de evaluación ambiental y de aprobación del proyecto. Debería buscarse un compromiso con las autoridades locales que administran la cuenca hidrográfica y con otras partes interesadas durante la elaboración y revisión de los planes de distribución del agua de la cuenca. El diálogo sobre el uso y la asignación de los recursos hídricos ha debido de enfrentar el tema de la asignación de escasos recursos hídricos entre usuarios en una situación de competencia. Sobre la base de un criterio basado simplemente en el valor agregado (dólares generados por megalitros de agua usada), la minería y el tratamiento de los minerales agregan significativamente más valor económico por volumen de agua consumida que todos los usos agrícolas (ACIL Tasman, 2007). Bajo determinadas condiciones en algunas jurisdicciones, los mercados del agua o los acuerdos contractuales pueden ser invalidados para establecer una jerarquía de uso que incluya agua doméstica o urbana, el medioambiente, agua para ganado, agricultura e industria. En las regiones más remotas, donde la competencia económica por el agua puede no ser tan directa

en comparación con la de las operaciones que se llevan a cabo muy cerca de las áreas urbanas y de las empresas agrícolas, los valores culturales y ambientales del agua pueden dar un importante impulso. Los emplazamientos pueden tener oportunidades de contribuir de manera positiva si trabajan para el mantenimiento de los valores.

Existen muchos ejemplos de minas que proveen agua a los miembros de la comunidad. Los ejemplos van desde el ganado y los usos domésticos hasta suministro formal de grandes volúmenes para riego mediante una infraestructura diseñada, construida y gestionada por la compañía minera. Por ejemplo, la tubería de Bingegang, en la región de Central Queensland, suministra agua a muchos usuarios para abreviar el ganado y para uso doméstico, en un recorrido de varios cientos de kilómetros. La empresa Cadia Valley Operations depura depósitos de aguas brutas en su emplazamiento, para garantizar que se cumplan los objetivos de caudal en el curso inferior para cubrir las necesidades agrícolas (véase LP, **Agua**, p. 44). El suministro de agua también puede formar parte de acuerdos que incluyan mecanismos de desagüe. Esto puede producirse a través de acuerdos de resarcimiento vinculados a cambios en las condiciones hidrológicas causados por la explotación minera.

Antes, durante y después de las operaciones mineras se debe conocer el medioambiente de la comunidad: cómo se usa el agua, quién la usa, estacionalidad del uso y exigencias existentes y futuras de la comunidad y de las partes interesadas. El diálogo constante ayuda a estas comunidades a comprender las necesidades hídricas de la explotación minera, y ayuda a la industria a comprender las expectativas de la comunidad cuando se toman decisiones comerciales relativas al uso del agua. Pocas comunidades alrededor de las minas tendrán un entendimiento intuitivo del concepto de cierre de una mina. Por lo tanto, es particularmente importante que éste se analice con la comunidad al principio de las operaciones mineras, y que la comunidad participe en todo el proceso de planificación del cierre. Ello minimizará las herencias a largo plazo en las comunidades respecto de expectativas no cumplidas después del cierre.

La consulta y la participación de la comunidad están tratadas en la sección Participación de la comunidad y desarrollo, del programa de desarrollo de prácticas innovadoras sostenibles. Dado que el agua es un tema sensible en lo que atañe a la subsistencia, el medioambiente y el apoyo cultural, una gran participación de la comunidad es probable en las cuestiones relacionadas estrictamente con el agua, como lo ilustra el estudio de caso de Iluka.

Plan de gestión hídrica

Un plan exhaustivo de gestión hídrica del emplazamiento (WMP) es fundamental para las prácticas innovadoras en la gestión hídrica. Su tamaño y su complejidad dependen de la naturaleza de la explotación minera, la hidrología y la sensibilidad cultural y ambiental de zona de la zona colindante. Constituye una declaración pública sobre cómo manejar el uso operativo del agua y los posibles impactos adversos de las operaciones mineras en los recursos hídricos locales y regionales. El WMP identifica todas las cuestiones relativas a la gestión hídrica vinculadas a la elaboración, ejecución y desmantelamiento de un proyecto. En la figura 2.18 se resumen las principales cuestiones hídricas que deben ser abordadas en cada etapa del ciclo de vida (véase la figura 2.17). En la tabla 2 se resumen las cuestiones relativas a la calidad del agua durante la exploración y otras etapas del ciclo de una explotación minera.



Figura 2.17 Principales fases operativas en el ciclo vital de una explotación minera y principales aspectos hídricos de cada fase. Las interacciones con la comunidad y el medioambiente de la zona deben recibir una gestión activa en todas las etapas del ciclo vital

<p>I. Exploración</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suministro temporal de agua - Impactos de la gestión hídrica en los recursos hídricos y usuarios de agua locales - Tratamiento del agua potable - Descarga del exceso de agua de perforación - Eliminación del agua de desecho - Manejo de las aguas pluviales en el emplazamiento <p>II. Desarrollo y diseño de los recursos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suministro de agua. Identificación y cuantificación - Impactos de la extracción/desvío del agua en los recursos hídricos y usuarios de agua locales - Permisos gubernamentales - Suministro, almacenamiento y tratamiento del agua (diseño y construcción) - Eliminación de polvo y descarga de desagües - Eliminación de agua de desecho - Manejo del agua pluvial en el emplazamiento <p>III. Explotación minera, procesamiento y refinación de minerales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gestión del suministro de agua - Tratamiento del agua (aguas servidas y agua potable) - Desagüe de la mina - Recuperación, almacenamiento y reutilización de aguas servidas - Eliminación de aguas servidas (manejo de los vertidos) - Control del polvo y gestión de la contaminación - Gestión de las cuencas (incluido el AMD) - Vigilancia de la ejecución y presentación de informes 	<p>IV. Envío de los productos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Control de derrames y del polvo <p>V. Rehabilitación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño postminería del drenaje de la unidad geomorfológica. Remedición del emplazamiento contaminado - Desmantelamiento de las perforaciones de campo y del esquema de suministro de agua - Desmantelamiento de las instalaciones de procesamiento y transporte de minerales - Modelización del lago de cantera y elaboración de las estrategias de cierre - Aprobación y elaboración de planes de gestión de las cuencas por parte de las partes interesadas <p>VI. Postminería y cierre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vigilancia de la ejecución de la rehabilitación - Control de la erosión y mantenimiento del drenaje - Verificación de la remediación del emplazamiento contaminado - Aprobación por parte de los entes reguladores y de las partes interesadas
--	---

Figura 2.18 Actividades en diversas etapas del ciclo vital de una mina

Tabla 2 Aspectos relativos a la calidad del agua típicos de la industria minera

Etapa de vida de la mina	Actividad vinculada a la calidad del agua	Acción
Exploración	Erosión causada por las vías temporales. Vertido de fluidos de perforación, derivados de petróleo provenientes de la construcción y de las operaciones de la estructura de perforación, desechos del emplazamiento.	Programa elaborado para la vigilancia inicial de la base de referencia (estación meteorológica, varios sitios de verificación de la calidad del agua y de la biología acuática, flujos hídricos).
Elaboración y diseño de recursos	Elaboración de planes de gestión hídrica. Preparación de la declaración de impacto ambiental.	Inventario y vigilancia de referencia en emplazamientos clave, incluidos los sitios de referencia de cuencas hidrográficas, para analizar la calidad del agua y los aspectos ecológicos.
Explotación minera, procesamiento y refinación de minerales	Gestión de las descargas. Posible drenaje de ácidos de roca. Manejo de los derrubios. Gestión de desechos sólidos.	Vigilancia in situ (descargas, presas de almacenamiento y contención, aguas subterráneas) Vigilancia exterior del sistema receptor y de los sitios de referencia (calidad, flujos, biología). Plan de gestión hídrica ejecutado
Rehabilitación	Gestión hídrica in situ.	Evaluación continua de impactos.
Cierre y postminería	Consideración de todos los posibles impactos futuros (por ejemplo, drenaje de ácidos de roca).	Vigilancia continua interior y exterior.
Envío de productos	Posibles derrames, control del polvo	Vigilancia del sistema receptor y de los sitios de referencia (calidad, flujos, biología).

El estudio de caso de **Cadia** ilustra la importancia de la recopilación de datos durante las etapas de evaluación del impacto ambiental y de factibilidad de un proyecto de minería. La explotación minera aurífera de Cadia Hill fue aprobada el 6 de septiembre de 1996, con varias condiciones. Estas se relacionaban con la descarga de agua procedente del Pantano de Cadiangullong y el mantenimiento de caudales del arroyo Cadiangullong para mantener los flujos ambientales y, además, satisfacer las necesidades de los usuarios aguas abajo.

Al inicio del proyecto se disponía de pocos datos de referencia sobre la ecología acuática y la hidrología del arroyo Cadiangullong; sin embargo, como parte de los estudios de impacto ambiental, se reunieron datos adicionales. En el momento de la construcción del pantano de Cadiangullong, los procesos con base empírica para la determinación de los flujos ribereños y ambientales necesarios para mantener la integridad del ecosistema fluvial eran todavía muy precarios en Australia. Prácticamente, no se habían realizado investigaciones sobre estos aspectos en pequeños arroyos de tierras altas.

Fue necesario realizar más investigaciones para evaluar y elaborar modelos de los efectos que los cambios en el régimen del flujo (sequía, flujo bajo, flujo medio e inundación) tendrían en los medioambientes de la corriente y de la ribera y en los organismos que habitan ellos. Cadia contrató a la Unidad de Estudios Ambientales de la Universidad Charles Sturt para el diseño y la realización de una investigación

adecuada que satisficiera los requisitos de esta condición. Los investigadores llegaron a la conclusión de que no había pruebas de una disminución en la diversidad del arroyo y que dentro de la gama de flujos disponibles durante el período del estudio se había mantenido un muy alto nivel de diversidad de familias (véase LP **Agua**, p. 44). Unos 12 años después del inicio de la explotación minera, el agua ha resultado ser el problema ambiental más importante. En 2009, la explotación minera estuvo casi forzada a cerrar temporalmente debido a la falta de agua.



Figura 2.19 Pantano del arroyo Cadiangullong





Figura 3.1 Mina de Mount Todd, Territorio del Norte, Australia durante el período de construcción (1996)

Mensajes clave

- Los niveles de mano de obra y la alteración de la superficie pueden llegar a su límite y, por consiguiente, el impacto social y ambiental puede ser más elevado que en cualquier otra etapa
- Cuando la gestión del riesgo no se realiza minuciosamente, puede llevar a importantes efectos negativos sobre una mina concreta, una empresa o la industria minera
- La sostenibilidad requiere la comprensión óptima de las complejas relaciones entre diversos riesgos, especialmente los vínculos potenciales entre riesgos ambientales, sociales, políticos, económicos y de reputación.
- Las actividades de participación de la comunidad deberían ser objetivo continuo (diario) para la administración de alto nivel en esta etapa
- Los empleados de los contratistas y subcontratistas probablemente superen en número a los de la empresa y, por consiguiente, la administración debe prestar atención continuamente a este aspecto si quiere lograr los objetivos de sostenibilidad
- Deben buscarse oportunidades para la participación de los indígenas como mano de obra
- La planificación y la elaboración de un marco de vigilancia eficaz deberá realizarse lo más tempranamente posible en el ciclo de vida del proyecto

Introducción

La etapa de desarrollo y construcción de un proyecto minero es crucial como ninguna otra para el ciclo vital de la mina y suele poder definir el grado de sostenibilidad de la etapa operativa. Muchos proyectos, como muestra el estudio de caso de Mt Todd, fallan en este punto. Puede haber muchas razones para este fracaso, que comprenden:

- Demanda máxima de fondos que resulta en sobrecostos;
- Oposición de la comunidad al proyecto;
- Impacto ambiental significativo y, a veces, no previsto.

En este capítulo, la palabra *desarrollo* se usa como es habitual en el léxico de la minería, para referirse a la etapa previa a las operaciones de la vida de una mina. Puede incluir el establecimiento de infraestructura y trabajos de acceso, como rampas o ejes que permitan el inicio de la producción. Una vez que se inicia esta, se dice que la mina está en la etapa de **explotación** (véase el capítulo 4).

Construcción es un término que en minería refiere a un subconjunto de la etapa de desarrollo; sus actividades en un proyecto minero crean cambios significativos y visibles e impactos en el medioambiente y la comunidad. Esta breve etapa precisa el nivel más alto de empleo, que excede las necesidades de mano de obra a largo plazo. El influjo de mano de obra de la construcción puede ser beneficiosa para la comunidad local desde el punto de vista económico, especialmente para los comercios locales, pero también puede pesar, en términos de vivienda y otros servicios locales, y suponer un impacto social negativo en la comunidad.

Las actividades de construcción son en general:

- Vías de acceso y pistas aéreas
- Campos de construcción y de alojamiento
- Suministro de energía (electricidad, gas o gasoil)
- Instalaciones para almacenamiento de combustible y productos químicos
- Suministro de agua
- Planta de procesamiento
- Talleres y almacenes
- Zonas de depósito para contratistas
- Oficinas, vestuarios
- Planta de trituración
- Instalaciones para almacenamiento de derrubios
- Vertederos de desechos de roca, minerales pobres y otros desechos
- Preparación del montón de acopio

Durante esta etapa del ciclo vital de una mina, la actividad en el emplazamiento suele estar en su nivel máximo. Las habilidades que se requieren por parte tanto de la administración como de los trabajadores pueden ser muy diferentes de las necesarias cuando la mina está produciendo. El equipo que gestiona el proyecto durante la construcción y el desarrollo se ocupa fundamentalmente de cumplir los objetivos de presupuesto y de conclusión de la infraestructura, muchas veces bajo gran presión. No siempre se ocupan de aspectos relacionados con la sostenibilidad. Es más, el equipo del proyecto suele transferir la tarea a otro nuevo equipo una vez cumplida la suya. Esto, en sí mismo, puede significar un desafío.

Durante la etapa de desarrollo y construcción de la vida de una mina se toman muchas decisiones de largo plazo, las cuales influyen e impactan en su sostenibilidad. En este capítulo se brinda orientación para la gestión de los aspectos ligados a la sostenibilidad durante esta fase crucial de preproducción, usando estudios de casos para dar énfasis a los mensajes importantes.

La justificación económica de la sostenibilidad en el desarrollo y la construcción

El propósito de este libro y de los manuales anteriores es destacar las prácticas innovadoras. Sin embargo, puede decirse que las lecciones más valiosas se aprenden de los errores del pasado. La mina de Mt Todd, en el Territorio del Norte, nos brinda un buen ejemplo. Este estudio de caso se incluye para destacar la gran amplitud de cuestiones de sostenibilidad y la necesidad de que los gestores sean conscientes de todas ellas. Debido a múltiples causas, la mina, que tenía una expectativa de vida de unos 15 años, cerró al año, lo cual trajo las siguientes consecuencias:

- La compañía pegasus gold perdió una inversión de casi 350 millones de dólares estadounidenses en este proyecto y se declaró en bancarrota en los estados unidos
- Una gran factura de rehabilitación de decenas de millones de dólares, a cuenta del contribuyente
- Importantes daños ambientales, incluida la contaminación por metales pesados
- Malas relaciones con los indígenas y con la comunidad de negocios local
- La pérdida de muchos puestos de trabajo

Claramente, y viendo las cosas a posteriori, existía una justificación económica para no abrir la mina.

MINA: Mt Todd

UBICACIÓN: Cerca de Katherine, Territorio del Norte, Australia

DESCRIPCIÓN BREVE: Mina de oro a cielo abierto

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: Drenaje de desechos de rocas ácidas; vertedero de desechos de roca; TSF; diversidad biológica; eficiencia de recursos; cierre de minas

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Drenaje ácido; Rehabilitación de minas; Cierre de minas

DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN:

Utilización/eficiencia de los recursos

Es un caso clásico de que lo que técnicamente podía hacerse mal, se hizo mal. El recurso no se utilizó de manera óptima.

- Ley de cabeza.
- Metalurgia: mineral más duro de lo esperado; problemas de flotación.
- OHS: peligro de polvo.

A continuación se presenta un resumen de estadísticas técnicas (Rudenno, 1999).

PROYECTO DE MINA DE ORO DEL MONTE TODD, TERRITORIO NORTE

Propietario Pegasus Gold Inc.

Cierre, noviembre de 1997

Valores pasados a pérdidas y ganancias

Costes de adquisición	US\$ 122.6 Millones
Costes de preproducción y desarrollo diferidos	US\$ 49.4 Millones
Propiedades y equipamiento	US\$ 181.3 Millones
Total pasado a pérdidas y ganancias	US\$ 353.5 Millones

DATOS TÉCNICOS	PROYECCIÓN	REAL	CAMBIO
Reservas	94.5Mt	-	-
Ley de las reservas	1.07g/tAu	0.96g/tAu	-10%
Recuperación de met.	84%	74%	-12%
Toneladas/año	8Mt	6.7Mt	-16%
Costes de trituración	\$1.36/t	\$2.49/t	+83%
Contrato de minería	\$1.00/t	\$1.15/t	+15%
Costes de energía	\$0.058/kwh	\$0.075/kwh	+29%
Uso de cianuro	0.68kg/t	0.86kg/t	+26%
Costes totales en efectivo	11.86/t	\$13.58/t	+15%
Toneladas mineral/oz de Au recup.	34.6	43.8	+27%
Tipo de cambio A\$1.00=US\$	0.7	0.74	+6%
Costes en efectivo de tonelada mineral/oz de Au	US\$287	US\$440	+53%
Precio/oz del oro	US\$385	US\$315	-18%

IMPACTOS EN LA SOSTENIBILIDAD

Diversidad biológica:

El eje de la Evaluación de Impacto Ambiental fue preservar el hábitat del diamante de Gould, un pájaro amenazado (véase la figura 10). A pesar de que este era el objetivo principal, durante el período de la construcción, un contratista destruyó 14 ha de vegetación en las colinas Yinberrie, adyacentes al nuevo vertedero de desechos. El sitio albergaba varios huecos para la reproducción en un bosque de eucaliptos salmón. El resultado fue una comunidad indignada, incluida la sociedad protectora del diamante de Gould, y la mina casi fue cerrada por el ente regulador.

ARD: aunque la Evaluación de Impacto Ambiental no lo identificó como un problema de importancia, el drenaje de ácido resultó ser la principal cuestión ambiental en el emplazamiento. Las fuentes incluían el emplazamiento a cielo abierto propiamente dicho y los desechos de roca (véanse las ilustraciones)

Derrubios: la instalación para almacenamiento de derrubios tuvo fugas poco después de entrar en servicio.

Participación de la comunidad: la empresa conjunta creada entre el contratista de la mina y la comunidad indígena Jawoyn, que prometía tantos puestos de trabajo y oportunidades, terminó prematuramente. Como resultado, se produjo una falta de confianza entre la comunidad local y las compañías mineras.

Seguridad: aunque el historial de seguridad durante la construcción fue muy bueno, se produjo un accidente trágico cuando un empleado, que no sabía nadar y no conocía las condiciones en el norte de Australia, fue arrastrado por las aguas desde un puente y se ahogó mientras intentaba cruzar un arroyo crecido durante una inundación. Estaba de camino al trabajo aquella mañana.

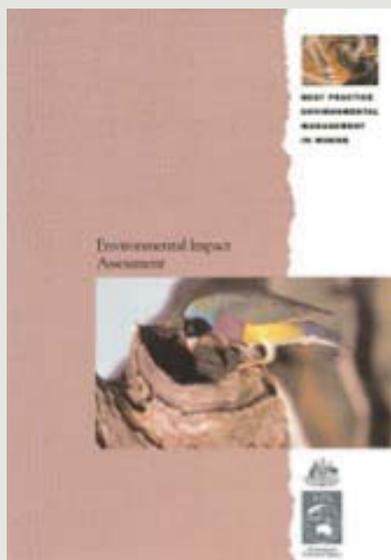


FIGURA 3.2 IMAGEN DE UN DIAMANTE DE GOULD EXTRAÍDA DEL MANUAL DE MEJORES PRÁCTICAS EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 1997



FIGURA 3.3 HÁBITAT TÍPICO DE LOS EUCALIPTOS SALMÓN EN LAS COLINAS DE YINBERRIE



FIGURA 3.4 PANORÁMICA DE LAS OFICINAS DE MT TODD, TALLER Y VERTEDERO DE DESECHOS EN SEGUNDO PLANO



FIGURA 3.8 FUGA DE TSF



FIGURA 3.5 VISTA DEL EMPLAZAMIENTO A CIELO ABIERTO, 1997



FIGURA 3.6 VERTEDERO DE DESECHOS (1999) QUE MUESTRA EL GRAVE DRENAJE DE ÁCIDOS Y MINERALES METÁLICOS



FIGURA 3.7 VISTA DEL RECIENTEMENTE CONSTRUIDO VERTEDERO DE DESECHOS, 1997

Contaminantes aéreos, ruido y vibraciones

Aire

Durante la etapa de construcción, son varias las actividades, como los movimientos de tierra y la construcción de carreteras, que generan polvo, posiblemente en niveles más elevados que en la etapa de las operaciones, al menos en ciertas partes del emplazamiento del proyecto. Si esas partes están cerca de lugares sensibles, habrá que prestar atención al control de las emisiones de polvo, especialmente en condiciones adversas de sequía y viento. Durante esta etapa habrá que realizar una vigilancia continua de una base de referencia. Asimismo, si existe la posibilidad de que el polvo de la construcción tenga impactos en los vecinos, la situación quizás justifique la instalación de uno o más instrumentos de control de polvo, que pueden usarse (en los límites o en una ubicación sensible) para obtener datos en tiempo real y enviar una alarma cuando se alcancen concentraciones previamente definidas de polvo. De esta manera, es posible controlar las actividades para minimizar eventos de polvo de corto plazo en respuesta a la capacidad de alerta temprana. Estos tipos de instrumentos no cumplen con los estándares de las normativas y no pueden usarse para control del cumplimiento, pero son muy útiles para la gestión en tiempo real.

Ruido

Las prácticas innovadoras obligan a la aplicación de una vigilancia exhaustiva y un programa de auditoría durante las etapas de construcción, puesta en servicio y operaciones e incluso en las etapas de cierre y rehabilitación. El programa de vigilancia brinda a la compañía minera medios para mantener un registro continuo de las emisiones de ruido en el medioambiente. La tecnología también permite que el administrador de la mina tenga acceso a los datos en tiempo real, gracias a la vigilancia de ubicaciones en las residencias cercanas a la mina, en base a las cuales se pueden adoptar decisiones operativas. El programa de auditoría también aborda los procedimientos de la empresa para atender quejas y asegurar que se cumplan los objetivos de calidad.

Los ventiladores son esenciales en las minas subterráneas, pero pueden alterar el estilo de vida de la comunidad. El siguiente caso muestra medidas que pueden tomarse para reducir el impacto en la comunidad y llevar a cabo prácticas innovadoras. Hundir un conducto de ventilación 315 m es bastante complicado, y cuando se trata de una zona residencial de una ciudad regional, hay que hacerlo con mucho cuidado.

Ballarat Gold empezó a planificar el conducto de ventilación en 2006, mucho antes de la fecha de inicio de la construcción, planificada para julio de 2006. Como había algunos residentes de Ballarat que vivían a solo 60 m del lugar de trabajo, se realizaron esfuerzos ingentes en la planificación para minimizar el impacto en el vecindario. Se realizaron amplias consultas con la comunidad antes, durante y después de cada fase de construcción. Con los vecinos que vivían muy cerca las consultas fueron individualizadas durante la primera etapa de planificación, usando diagramas de cada etapa. Se preguntó a cada vecino si tenían preocupaciones, y a la mayoría le inquietaba la posibilidad de vibraciones debidas a explosiones, el ruido, las horas de trabajo y el polvo.

La compañía tiene una larga historia de un buen compromiso con la comunidad, de manera que mucha gente estaba interesada en el proyecto y lo apoyaba. La información que se recogió en las encuestas a la comunidad se incorporó a los planes finales. Por ejemplo, el diseño del emplazamiento fue modificado con el fin de adaptarlo a dos vecinos, trasladando las áreas de aparcamiento, instalando pantallas visuales para garantizar que las luces de los coches no iluminarían las propiedades de los vecinos y moviendo una plataforma de descarga para reducir el polvo y los impactos del ruido. LGL Ballarat se esfuerza por reducir al mínimo el impacto en la comunidad y no se limita simplemente a cumplir con los límites del cumplimiento

establecidos por los entes reguladores. Para el proyecto del pozo, la compañía estableció metas internas que iban mucho más allá de los niveles de cumplimiento para vibraciones causadas por explosiones. Por ejemplo, el límite interno para la Velocidad Máxima de Partículas era de 3 mm/s, un 33% inferior al límite de cumplimiento fijado por las normas, que es de 10 mm/s.

A varios vecinos les preocupaban las grietas en sus casas, ocasionadas por la vibración resultante de las explosiones de la operación del hundimiento del pozo. Para tranquilizar a estos vecinos, la empresa encargó durante la etapa de planificación inspecciones de las viviendas por parte de un inspector de edificios titulado e independiente. Se realizaron cuatro estudios antes del comienzo y dos durante el proyecto. Estos estudios, junto con la vigilancia adicional que realizó LGL, llevaron tranquilidad a los residentes de que las posibilidades de daño a sus propiedades eran mínimas.

Uno de los aprendizajes clave del proyecto fue la ventaja de enviar un mensaje telefónico hablado para avisar a los residentes inmediatamente antes de una voladura. Muchos habitantes se sobresaltaban ante las vibraciones y el ruido de las voladuras y, simplemente con alertarles cinco minutos antes de disparar, esta cuestión se paliaba (véase, LP **ACNV**, p. 90).



Figura 3.9 Vista del lugar de trabajo que muestra la proximidad de los residentes

Gestión de la diversidad biológica durante el desarrollo y la construcción

Durante la etapa de la construcción, también es un aspecto esencial de las prácticas innovadoras de gestión de la diversidad biológica la gestión de los contratistas (véase el estudio de caso de Mt Todd). Cada vez más, las empresas constructoras se ven estrictamente obligadas a implementar sus propios sistemas de gestión ambiental (EMS) para cumplir con los estándares de los propietarios de las minas. Estos comprenden:

- La protección de la vegetación y de los cursos de agua (no desbrozar fuera de las zonas designadas)
- El control de plagas (prohibición de mascotas, lavado a fondo de todos los vehículos)
- Alteración de la vida silvestre (por ejemplo, acceso restringido a determinadas zonas)
- Gestión de los residuos.

Las compañías mineras con prácticas innovadoras evalúan los contratos de construcción sobre la base de las actuaciones anteriores del contratista y las auditorías de sus programas, sistemas y desempeño en la labor de gestión ambiental.

La construcción de infraestructura lineal, como carreteras, ductos y transporte por tierra, asociada a los proyectos mineros, puede tener impacto en diversos ecosistemas. Puede producirse alteración de los hábitats durante la construcción. También pueden ocasionarse impactos continuos como barreras para el desplazamiento de la fauna, muertes de animales en las carreteras y contaminación del agua proveniente de las escorrentías. El desplazamiento de animales en el paisaje no es uniforme. Puede reducirse considerablemente el impacto sobre la fauna mediante la identificación de sus puntos de cruce preferidos y la instalación de accesos bajo la infraestructura, carteles indicadores, límites de velocidad y bandas sonoras en carreteras, además de otras medidas.

Para el control de otras enfermedades y de las malas hierbas, hay que inspeccionar minuciosamente los materiales y el equipamiento para la construcción, desarmarlo si fuese necesario y limpiarlo antes de la llegada al sitio y de su partida. Hay que prestar atención a la maquinaria importada o a aquella que provenga de regiones en riesgo. El elevado coste de los métodos de control se justifica cuando se mide en relación con el coste de sus impactos en los valores económicos, sociales y ambientales (incluida la diversidad biológica).

Participación de la comunidad durante el desarrollo y la construcción

En la tabla 3.1 se presenta una lista de algunos ejemplos de actividades de participación de la comunidad y de desarrollo que pueden llevarse a cabo durante la etapa de desarrollo y construcción de la vida de una mina.

Etapa del proyecto	Ejemplos de actividades de participación de la comunidad	Ejemplos de actividades de desarrollo comunitario
Desarrollo del proyecto	<p>Participar en el debate y la negociación futuros con el propósito de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtener el permiso para acceder a la tierra • Cumplir con las obligaciones de uso de la tierra y otros acuerdos • Determinar cuestiones culturales que pueden ir más allá de la exploración como, por ejemplo, confeccionar los mapas de las zonas de exclusión y la protección activa de los sitios. <p>Brindar información relativa al desarrollo del proyecto, en particular cuando éste sea incierto.</p> <p>Involucrar a la comunidad en la vigilancia de referencia de aspectos ambientales, socioeconómicos y culturales.</p> <p>Establecer foros y estructuras consultivos (como comités de enlace entre comunidades).</p>	<p>Llevar a cabo análisis de las necesidades de las comunidades y estudios de referencia, que incluyan la comprensión de la capacidad de la comunidad para hacer frente a los cambios y la fuerza de las redes e instituciones comunitarias.</p> <p>En colaboración con las partes interesadas, planificar los programas de desarrollo comunitario de la empresa, que pueden comprender:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer fideicomisos y fundaciones que administren las regalías y/o contribuciones de la empresa a la comunidad • Apoyar y/o contribuir a mejoras en la infraestructura de la comunidad (escuelas y viviendas, por ejemplo) • Programas de divulgación para grupos marginales • Fomentar la capacidad de los comercios locales e indígenas para que suministren productos o servicios a las instalaciones • Fomentar la capacidad entre los habitantes locales e indígenas para que obtengan empleo directo en las instalaciones. <p>Cooperar con los gobiernos en la planificación del desarrollo regional.</p>
Construcción	<p>Comprender y atender a las preocupaciones de la comunidad acerca de los impactos ambientales y sociales de la construcción a gran escala.</p> <p>Ocuparse de las expectativas de la comunidad en relación con las oportunidades laborales y económicas en la etapa de construcción y más allá de ella.</p> <p>Cooperar con los vecinos colindantes para gestionar cuestiones ligadas a las instalaciones residenciales y a los accesos.</p>	<p>Implementar programas para ayudar a integrar a los empleados y sus familias a la comunidad.</p> <p>Asociarse y colaborar con el gobierno y otras organizaciones para garantizar que se presten servicios mejorados (como guarderías, educación, vivienda) a las comunidades que experimentan el impacto de las actividades de construcción.</p> <p>Proporcionar empleo, capacitación y oportunidades comerciales a la gente del lugar en la etapa de construcción y con posterioridad a ésta.</p>

Más que adoptar un enfoque genérico, las empresas deben emplear una combinación de procesos de participación, formal y oficioso, que anime a los diferentes miembros de una comunidad a participar en formas que les resulten adecuadas. La elección del mecanismo dependerá de la comunidad, la complejidad del método, las cuestiones implicadas, niveles de alfabetización, idoneidad cultural, consideraciones de género, recursos disponibles y la etapa del proyecto. Los procesos descritos anteriormente informarán también la elección de los mecanismos.

La oferta de una variedad de medios para llevarlo a cabo, como la que se presenta en la tabla 3.2, aumenta la probabilidad de involucrar a muy diversas personas, desde las más influyentes hasta las que sufren impactos y se ven afectadas pero no suelen participar en el diálogo público, como los grupos marginales.

Tabla 3.2: Procesos de participación

Oficiosos
Charlas espontáneas privadas y conversaciones oficiosas: son importantes para formar y mantener relaciones, comprender perspectivas personales y obtener una apreciación personal del sentimiento general de la comunidad. Se puede obtener información valiosa de la interacción oficiosa con miembros de la comunidad. Sin embargo, las empresas tienen que reconocer que la participación no convencional de unos pocos individuos puede crear la impresión de que se favorecen los puntos de vista de individuos particulares. En dichas circunstancias, pueden producirse mayores beneficios si primero se establecen formas de participación que sean abiertas, transparentes y públicas.
Formales/estructurados
La combinación de mecanismos oficiosos y formales da mayor profundidad a los programas de participación.
Exposiciones públicas: en las primeras etapas de un proyecto, la exposición de pósters y maquetas de las operaciones propuestas en lugares públicos, como centros comerciales, ayuntamientos y ferias locales puede mostrar el proyecto a mucha gente y despertar interés en él. En los lugares remotos se pueden usar exposiciones itinerantes. Se debe en todo momento solicitar la opinión de la gente.
Reuniones informativas: una manera importante de difundir la información es a través de reuniones informativas con grupos de partes interesadas de la comunidad, como medios de comunicación locales, funcionarios, los líderes indígenas y empleados. Las presentaciones deben diseñarse con el objetivo de satisfacer las necesidades de información de cada grupo. En algunos casos, puede ser necesario traducir la información a otros idiomas, por ejemplo, al comunicarse con las comunidades aborígenes tradicionales.
Reuniones públicas: pueden ser especialmente útiles en comunidades pequeñas. No obstante, requieren una organización cuidadosa, a menudo con un moderador experimentado para garantizar que todos tengan la posibilidad de expresar preocupaciones e intereses.
Centro de visitas: establecer un centro de visitas donde poder entregar materiales puede facilitar el acceso de la comunidad local a la información sobre la operación, y servir también de sede para reuniones públicas e informativas con la comunidad.
Puntos de contacto: en algunos emplazamientos funcionan líneas telefónicas durante las 24 horas para brindar información, y como un medio de registro de quejas y problemas.
Envío de correo directo y boletines: son eficaces para informar a individuos determinados sobre el proyecto, incluidas las respuestas de la empresa a las preocupaciones de la comunidad. La correspondencia puede personalizarse e incluir información de apoyo, o puede ser un boletín de distribución regular que describa las actividades de la comunidad en las que participa la empresa.
Enlace con la comunidad y grupos consultivos: los enlaces con la comunidad o grupos consultivos establecidos específicamente para el proyecto de minería pueden ayudar a centrarse en el programa de participación de la comunidad. A este respecto, pueden consultarse en este manual los estudios de casos de Ravensthorpe Nicke y la mina Martha. Los grupos pueden tratar temas generales o centrarse en un aspecto en particular (el establecimiento de una fundación que financie programas comunitarios, la planificación del cierre o la rehabilitación de la mina, etc.). El éxito de estos grupos dependerá en gran medida de cómo se estructuran y de si su función se define y comprende con claridad.

<p>Sitios web: internet es eficaz para dar información general sobre el proyecto y actualizaciones en tiempo real sobre actividades y avances del proyecto. Algunas partes interesadas quizás prefieran elegir participar a través de esta tecnología o, al menos, tener la opción de obtener información de este modo.</p>
<p>Talleres y grupos focales: los talleres permiten que el personal de la empresa trabaje con diversas partes interesadas para discutir y proponer ideas sobre soluciones a cuestiones suscitadas por la comunidad que posiblemente no se hayan considerado adecuadamente en el diseño del proyecto.</p>
<p>Investigación: diversas formas de investigación pueden aportar información valiosa sobre las necesidades de la comunidad y sus percepciones de las instalaciones; los estudios pueden realizarse a través de la propia compañía o la operación minera, o bien puede encargarse a terceros. Pueden usarse distintos tipos de métodos de investigación, desde encuestas y grupos focales, hasta entrevistas.</p>
<p>Visitas personales planificadas: las conversaciones cara a cara son importantes para establecer relaciones personales con individuos clave, como vecinos que vivan en la zona limítrofe.</p>
<p>Días de acceso libre y visitas al emplazamiento: estas actividades son mecanismos valiosos para que la comunidad y las familias de los empleados conozcan las últimas novedades sobre la operación y cómo se gestiona. Eventos de este tipo también brindan una oportunidad de atender las preocupaciones y problemas de la comunidad. Las visitas al emplazamiento para grupos específicos de partes interesadas son una opción con destinatarios y fines especiales y, a menudo, pueden servir para desmitificar lo que sucede en un proyecto.</p>
<p>Pertenencia de miembros de la plantilla a grupos y comités comunitarios: el desarrollo de vínculos entre las operaciones de minería y otros grupos comunitarios puede ayudar a que la comunidad comprenda el proyecto y, también, a que el proyecto entienda mejor las prioridades y sentimientos de la comunidad.</p>
<p>Interacción con los empleados: los empleados son un valioso recurso para comprender las preocupaciones y problemas de la comunidad. También son uno de los embajadores más importantes de la empresa, y es necesario lograr su participación de diferentes modos, desde charlas técnicas preparatorias hasta foros de empleados más estructurados.</p>

Pasos clave para un desarrollo sostenible de la comunidad

Históricamente, la contribución de la industria a la comunidad era realizada frecuentemente por planificadores externos, sin la participación de gente de la comunidad local. Los planificadores, que posiblemente eran administradores de la compañía minera, consultores o funcionarios gubernamentales nacionales o de gobiernos provinciales, tendían a informar a las comunidades de los programas disponibles y buscaban más su aprobación que su participación. Las prácticas innovadoras internacionales en el desarrollo de las comunidades (incluidos los requisitos del Banco Mundial) exigen la inclusión de las comunidades en el proceso de planificación, y que se aliente y respalde su participación, en la medida que lo permitan sus intereses y capacidades. Comprometer a los miembros de la comunidad, tanto hombres como mujeres, para que participen en las etapas de planificación reales de los programas de desarrollo aumentará las probabilidades de éxito.

El trabajo para este desarrollo tiene una naturaleza compleja y fluida, y se puede enfocar de diferentes maneras, pero existen algunos pasos lógicos.

Paso 1: diálogo

El primer paso empieza con la participación de la comunidad, preferentemente incorporando elementos de la participación de tercera y cuarta generación (véase la tabla 3.2) El diálogo para el desarrollo comunitario no debe tener un programa explícito, sino estar orientado a comprender las necesidades y expectativas de la gente. Debe buscar establecer confianza y seguridad en el proceso. Sin ellas, el trabajo para el desarrollo carecerá de fundamentos para progresar. El primer paso para obtener comprensión implica la realización de estudios socioeconómicos y evaluaciones del impacto ambiental de referencia, como se mencionó antes.

Paso 2: Trabajar en colaboración

Una vez que se han comprendido las preocupaciones, el trabajo de desarrollo comunitario puede volverse más colaborativo: se anima a las personas a trabajar en conjunto para afrontar las cuestiones que les preocupan. En este paso, el desarrollo comunitario se centra en conectar a la gente y crear un sentido de cooperación comunitaria. Este paso siempre va a suponer un reto porque existen algunas organizaciones comunitarias, como "Lock the Gate [Cierra la puerta]", que son abiertamente hostiles a comprometerse con las compañías mineras.

Paso 3: Crear asociaciones y fortalecer las organizaciones

El tercer paso en el trabajo de desarrollo es ayudar a la creación de asociaciones entre diferentes grupos y organizaciones, de manera que exista un sentido de eje común compartido para lograr los resultados acordados. Puede ser necesario fortalecer las organizaciones, especialmente cuando no exista la capacidad de llevar a cabo la labor de desarrollo comunitario en un ámbito nivel local. Un ejemplo de esto es el Grupo Flyers Creek Landcare, establecido en parte por Newcrest en sus operaciones mineras en el valle de Cadia, cerca de Orange, en Nueva Gales del Sur (véase LP **Comunidad**, p. 37).

Paso 4: Conexiones más amplias

El cuarto paso consiste en alentar las conexiones con gente externa a la comunidad sobre cuestiones similares. Un ejemplo de esto se da cuando una compañía minera favorece el intercambio de información y experiencias sobre programas eficaces de empleo indígena con grupos de Propietarios Tradicionales de otras partes de Australia. Otro ejemplo se da cuando se facilita el establecimiento de vínculos con otras organizaciones que cuentan con conocimiento especializado y recursos que pueden compartir con la comunidad.

Comunidades indígenas

Procesos de acceso a la contratación

Durante la etapa de desarrollo de un proyecto minero se llega al nivel más alto de oportunidades de empleo. Sin embargo, el proceso de contratación es una cuestión importante en relación con los pueblos aborígenes. Con frecuencia resulta necesaria la elaboración de estrategias de afirmación positiva, basadas en las leyes de igualdad de oportunidades, por las cuales se reservan puestos de trabajo básicos para empleados aborígenes locales. Las prácticas convencionales de los departamentos de recursos humanos, basadas en la publicidad en periódicos y sitios web, no llegarán a muchos candidatos aborígenes. Las solicitudes por escrito, los formularios estándar, los currículum, las pruebas psicométricas habituales y las técnicas de entrevista comunes no son adecuadas para los aborígenes que se crían en un fuerte contexto cultural.

Las buenas prácticas para la contratación de candidatos aborígenes comprenden:

- Comunicación cara a cara en un ámbito comunitario
- El uso de amplias redes familiares aborígenes para identificar a posibles candidatos
- Prestar asistencia para preparar los formularios de solicitud
- Servicio médico confidencial
- Asesoramiento preliminar sobre la importancia de cuestiones de salud y seguridad ocupacional y políticas de tolerancia cero relativas al consumo de alcohol y uso de drogas en el emplazamiento de la mina. Observar en qué medida el posible empleado parece receptivo a estos mensajes puede constituir un valioso procedimiento de selección a la hora de elegir a los candidatos.

El uso de “talleres de centros de selección” para contratar empleados indígenas ha resultado especialmente exitoso en varios sitios. En general, se trata de una lista breve de candidatos que concurren a un taller de uno a cuatro días con otros candidatos. Gente de la empresa participa en el taller y observa a los candidatos participando en las actividades en la sala de clases, en ejercicios prácticos al aire libre y bajo techo, en visitas al emplazamiento y en actividades sociales. Las habilidades que se evalúan son en qué medida un postulante puede realizar eficazmente tareas prácticas, resolver problemas, comprender medidas de seguridad, trabajar con otras personas, comprender y ejecutar instrucciones y trabajar en un equipo de manera cooperativa.

Contratación y estrategias de retención

La mayor parte de las iniciativas de contratación de indígenas incluye capacitación en la disposición para el trabajo, un período de prácticas y un período de aprendizaje, pero todas precisan incorporar la capacitación y la orientación para la vida diaria como componentes principales. La capacitación para la vida diaria:

- Refuerza los hábitos de trabajo relativos a asistencia y puntualidad
- Ayuda a los aprendices a manejar las obligaciones familiares/laborales
- Puede incluir brindar ayuda en la gestión de sus propias finanzas.

Las experiencias muestran que, si los empleados aborígenes pueden permanecer en el empleo por 12 meses, la posibilidad de su retención a largo plazo mejora considerablemente. Las estrategias para mejorar la tasa de retención comprenden:

- Mecanismos de apoyo a las familias
- Turnos flexibles de trabajo
- Oportunidades para el desarrollo profesional
- Hacer frente al racismo en el lugar de trabajo

Las obligaciones relativas a las costumbres de los aborígenes, como, por ejemplo, la frecuente asistencia a funerales, en general pueden ubicarse dentro de las prácticas y políticas normales de un lugar de trabajo, como permisos por luto, vacaciones y permisos sin derecho a sueldo.

Los programas exitosos de empleo indígena son de amplio alcance y:

- Precisan que los contratistas cumplan con las mismas obligaciones contractuales que la compañía
- Ofrecen periodos de prácticas y trabajos vacacionales para estudiantes indígenas de nivel universitario, con el fin de alentar el desarrollo de empleados indígenas como especialistas y administradores técnicos
- Se centran en estrategias de creación de empleo para las mujeres aborígenes, que parecen adaptarse particularmente bien a las demandas laborales de la mina

Un ejemplo de estrategia de contratación de indígenas es el de la mina de oro **Cowal**, de Barrick Gold. La mina de oro Cowal está ubicada a 47 kilómetros al noreste de West Wyalong, en Nueva Gales del Sur. Barrick firmó un acuerdo con un Partido de Derechos Indígenas que representaba al pueblo Wiradjuri. Como parte de este acuerdo, se formó la Corporación Condobolin Wiradjuri (WCC). Barrick ha trabajado en asociación con este grupo en varios proyectos. En asociación con Condobolin TAFE [Instituto de Formación Técnica y Profesional], la Corporación

Wiradjuri Condobolin y Barrick, se diseñó un curso de Introducción a la minería para capacitar y preparar a los indígenas que quisieran solicitar puestos de trabajo en los emplazamientos mineros. Durante este curso, los estudiantes acudieron al emplazamiento minero en el lago Cowal para completar una visita guiada y una sesión orientativa in situ. Ello les propició un conocimiento de primera mano de lo que se requeriría de ellos si obtenían empleo en la mina (ver LP **Indígenas** p. 25).

Cuando terminó el primer curso, se habían logrado los siguientes resultados:

- De los 21 inscritos, 19 completaron el curso
- Ocho graduados lograron empleo en barrick y en empresas constructoras en el emplazamiento



Figura 3.10 Mina de oro Cowal

Vigilancia

Introducción

- Se identifican los requisitos legales, como un estándar mínimo a alcanzar en la protección del medio ambiente y la vigilancia pertinente.
- Se usan estudios de base de referencia para identificar valores ambientales, sociales y económicos y establecer programas de vigilancia y gestión. Ello permite que las empresas inicien una planificación de largo plazo para el desarrollo sostenible y el cierre de la mina, antes de que se produzca cualquier tipo de impacto.
- Se realiza una evaluación del impacto ambiental y social para permitir que los entes reguladores y otras partes interesadas examinen los impactos previstos y las medidas de mitigación. Debe ser un proceso

transparente, basado tanto en conocimientos científicos adecuados como en una consulta amplia, que se realice usando un enfoque previamente acordado de gestión de riesgos y de desarrollo sostenible.

- Los marcos de gestión del riesgo de las empresas se definen con el objeto de determinar riesgos potencialmente “significativos”, de modo que se puedan elaborar y aplicar medidas de control y se pueda evaluar el éxito de su implementación.
- Los estándares y procedimientos internos de las empresas se aplican para garantizar que los objetivos corporativos sean claros y proporcionen un estándar mínimo de protección ambiental que los emplazamientos individuales deban alcanzar.
- Las directrices de prácticas innovadoras que existen dentro de Australia y fuera del país (como los principios del Consejo Internacional de Minas y Metales) brindan estudios de casos y marcos para la planificación.
- Se establecen programas de vigilancia continua para evaluar el rendimiento presente e histórico y, conjuntamente con los programas de investigación, permiten el mejoramiento continuo al proporcionar información que guíe los futuros ajustes en la gestión y la vigilancia ambiental. Resulta fundamental un examen riguroso de los datos recopilados en el programa de vigilancia, realizado a intervalos apropiados, con el fin de garantizar que el programa de vigilancia siga siendo aplicable y permita medir los impactos.
- Reconociendo que cada proyecto minero y cada comunidad es diferente, se realizan investigaciones para cerrar las lagunas en los conocimientos y elaborar nuevas soluciones a los problemas. Junto con los comentarios y observaciones procedentes de la vigilancia, la información recopilada a través de la investigación ligada a los principios de vigilancia en las prácticas innovadoras es un elemento clave del ciclo de mejora continua.
- Las auditorías se usan para evaluar el cumplimiento de los requisitos normativos, las normas de la compañía y/u otros sistemas y procedimientos adoptados. Esto ayuda a la industria a demostrar su desempeño a las partes interesadas y anima al mejoramiento constante. Cuando las auditorías de los programas de vigilancia identifican lagunas en conocimientos o deficiencias en las medidas de control, permiten que los programas de vigilancia mejoren.

A menudo, estos elementos forman parte de un sistema de gestión del medio ambiente en cumplimiento de AS/NZS/ISO 14001: 2004 *Sistemas de gestión ambiental. Requisitos y orientación para su uso*. Un sistema de gestión ambiental ayuda a la empresa a alcanzar las prácticas innovadoras al proporcionar un marco para la elaboración y el examen regular de los procedimientos empleados para evaluar, mitigar y gestionar los impactos ambientales.

Estos elementos se adaptan para vigilar y auditar el rendimiento de emplazamientos existentes, según sea el emplazamiento y su contexto, incluidos los aspectos físicos y sociales, la edad de la mina, los riesgos/problemas clave y la evolución histórica del emplazamiento y su propiedad.

Ajustes para cambios al plan de la mina

Los programas de vigilancia tienen que planificarse y documentarse de tal modo que, cuando se produzcan cambios en una operación y sean posibles impactos nuevos o alterados, resulte sencillo ajustar el programa de vigilancia. Idealmente, las tareas individuales de vigilancia se definen tanto para un lapso de medio plazo (como uno o cinco años) como para el plan de vida de la mina de un proyecto en particular. El plan de medio plazo documenta todas las etapas de vigilancia e indica los plazos requeridos, especialmente cuando se necesita definir una declaración de "alcance del trabajo" para un proyecto de vigilancia y se pide a los subcontratistas/consultores que elaboren propuestas con anterioridad al comienzo de las operaciones.

En el comienzo de la planificación de un proyecto minero, o en un cambio clave en un plan de producción de explotación (por ejemplo, el aplazamiento de una fecha de inicio, la ampliación o reducción de la producción, o la suspensión de las operaciones), habría que considerar las siguientes etapas de planificación.

- Una evaluación del riesgo que identifique necesidades de vigilancia y aclare el propósito de cada tarea para cada fase de la operación forma parte de la planificación.
- Se prepara un plan de vigilancia para el siguiente año, sobre la base de que la evaluación del riesgo se centrará en las necesidades/riesgos que requerirán atención el próximo año, confeccionará listado de todas las tareas y mostrará sus interrelaciones. Asimismo, se revisan y actualizan anualmente los planes de vigilancia de medio plazo y de la vida de la mina. No tienen el mismo nivel de detalle que el plan anual, pero se incluyen costes indicativos y datos cruciales de iniciación para apoyar la presentación del presupuesto cuando sea necesario.
- Para las tareas individuales en el plan anual:
 - Se definen los objetivos y se documentan en una declaración del alcance del trabajo, con información de apoyo
 - Si es preciso recabar conocimiento especializado externo, se usa el alcance del trabajo como base para la búsqueda de propuestas
 - Si la vigilancia se ha de realizar de forma interna, los administradores se han de comprometer a proveer fondos para la tarea, y se documentan expectativas y compromisos
 - En la evaluación y selección de todos los contratistas externos, se definen los acuerdos respecto a los elementos clave de la vigilancia, responsabilidades en la gestión, interpretación y almacenamiento de datos, presentación de informes finales y parciales, y recomendaciones.
 - Un coordinador/administrador interno o externo se hace cargo de la responsabilidad de garantizar la continuidad y éxito de la vigilancia. Esta función asegura que se emprenden las actividades pertinentes en las ubicaciones correctas, que las partes interesadas adecuadas participan en el proceso, y que el consultor puede tener a su disposición toda la información de apoyo. El coordinador revisa todos los borradores de los informes y garantiza su finalización y distribución al personal clave, y que los datos se manejan de conformidad con los acuerdos.

- En el caso del plan de vigilancia de medio plazo, es importante que se establezca un vínculo con los planes de construcción/producción de medio plazo, de manera que cualquier cambio en la producción o la infraestructura permita realizar ajustes en los programas de vigilancia. Por ejemplo, si la tasa de producción anual debe aumentar, entonces puede ser necesaria una vigilancia previa al desbroce en zonas mucho más extensas que las planificadas previamente. Es asimismo necesario examinar los hallazgos de los programas de vigilancia anual para decidir si hay necesidad de cambios en las prácticas de gestión.
- Los planes de vigilancia de la vida de la mina deben revisarse en lapsos que reflejen el ritmo de cambio de las operaciones. En las etapas tempranas, cuando el ritmo de cambio puede ser mayor, quizás sea preciso realizar un examen anual del programa de vigilancia en el contexto de vida de la mina/planificación del cierre. Cuando el proyecto se acelera o desacelera, es necesario examinar frecuentemente los programas de vigilancia. Por ejemplo, hacia el final de un recurso, existe el riesgo de que el cierre o la transferencia a otro operador (cambio de propietario) cause un cambio en el enfoque, lo cual significa que cierta información se necesita más rápidamente (por ejemplo, los criterios de terminación, los impactos que el cierre cause en la comunidad, estudios socioeconómicos sobre los impactos en los comercios locales).
- En el caso de las minas abandonadas o aquellas que han suspendido las operaciones y puede que se encuentren en una etapa de cuidado o de mantenimiento por un largo período, resulta muy valioso contar con un registro (no importa su antigüedad) de los planes de vigilancia, datos y mapas anteriores que muestren emplazamientos de vigilancia. Esta información proporciona una sólida base para una evaluación del riesgo centrada en la elaboración de un plan de cierre.

En suma, el elemento clave es garantizar que los programas de vigilancia se corresponden con los diferentes aspectos de la producción/construcción de la planificación operativa. En tanto que muchos componentes de la vigilancia pueden definirse a través de procesos ESIA y formalizarse mediante documentos normativos (como permisos y autorizaciones), hay otros que están impulsados desde dentro para elaborar métodos específicos del emplazamiento y conjuntos de datos para otros fines (por ejemplo, un uso más eficiente del agua y la energía). Resulta esencial documentar todos los planes de vigilancia para poder mantener una continuidad entre generaciones, puesto que algunas minas tienen vidas muy largas. Dichos planes también son útiles cuando hay un cambio de propietario, para mantener el impulso de los programas de vigilancia y minimizar las lagunas de datos en etapas cruciales.

Vigilancia del desempeño social en las etapas del proyecto

Como se indica en el manual de Vigilancia de las prácticas innovadoras (secciones 3.2. y 3.3) y otros manuales de la serie, la planificación y elaboración de un marco eficaz de vigilancia debería realizarse lo antes posible en el ciclo vital de un proyecto. Cuanto antes pueda establecer una operación el punto de partida o base de referencia socioeconómica regional, mejor podrá delinear, hacer el seguimiento y comprender con claridad los cambios que se producen en una comunidad a consecuencia del proyecto.

Durante el curso de un proyecto puede ser necesario que ajustar un marco de vigilancia y permitir que los indicadores tengan en cuenta los cambios en las circunstancias operativas. Ejemplos de estas circunstancias pueden incluir las importantes transiciones de la construcción a la explotación; los programas de ampliación; los cambios en los mecanismos de prestación de la mano de obra, como la introducción del trabajo rotativo, o la contratación no planificada. En el caso de proyectos de larga vida, o sea, 25 años o más, o de operaciones establecidas en un medioambiente virgen, los indicadores de gran importancia durante la construcción

pueden no serlo tanto cuando la explotación madura y la comunidad se adapta a los cambios en sus circunstancias. Si bien los fundamentos de un marco de vigilancia deben permanecer intactos durante la vida de la mina, se deben adaptar elementos de un marco cuando sea necesario, para adecuar cambios en los ciclos vitales del proyecto, así como ampliaciones y reducciones.

Planificación de la rehabilitación de la mina durante el desarrollo y la construcción

Caracterización de los materiales

Tanto los materiales de desecho como las menas que tienen que excavar se pueden ofrecer oportunidades y riesgos para la rehabilitación. La caracterización de las tierras cultivables y la cubierta debería iniciarse temprano, en la etapa de exploración, y seguir en las etapas de prefactibilidad y factibilidad, como base para la planificación de la mina. La temprana caracterización de los materiales permite la elaboración de planes que prevengan riesgos potenciales, y la extracción de los máximos beneficios de materiales que pueden ser especialmente adecuados para la construcción de la infraestructura del emplazamiento o para su uso en la rehabilitación.

Es preciso detallar las características de estos materiales para garantizar que no tengan la posibilidad de crear un impacto adverso o que impidan la revegetación durante las operaciones mineras o en la fase de cierre. La exigencia de la caracterización persiste durante la explotación de la mina, especialmente cuando cambia la ley de los minerales y se modifica el plan de la mina en respuesta a las condiciones cambiantes del mercado.

Las estructuras del emplazamiento de la mina, como las áreas de acopio de las menas sin cribar (ROM), caminos de acarreo o zonas de residencia del contratista deben construirse usando únicamente materiales "benignos". Cuando sea posible, dichas estructuras deberán ubicarse en las zonas ya desbrozadas para minimizar la cantidad de rehabilitación requerida.

Planificación del cierre de la mina durante el desarrollo y la construcción

Es esencial que los contratistas y el personal de construcción comprendan las consecuencias de sus actividades pueden tener en el cierre final de la mina. Las minas pueden cerrar durante la etapa de puesta en servicio y construcción debido, por ejemplo, a que se rebasa el presupuesto. Por lo tanto, las actividades que alteran el emplazamiento deberían reducirse al mínimo durante esta etapa. También es importante que no se cause molestias innecesariamente a los dueños de tierras y a las comunidades locales en este momento en que, justamente, se construyen los fundamentos de una relación a largo plazo. Durante esta etapa, las decisiones de planificación y diseño pueden tener consecuencias de largo plazo para el medioambiente, futuros usos de la tierra, la salud y seguridad de la comunidad, consecuencias que impactarán en los procesos de cierre y terminación de la mina. Por ejemplo:

- La construcción de cimientos débiles de una presa de derrubios o de estanques de almacenamiento de agua puede llevar a exacerbar la filtración a largo plazo y la posible contaminación de aguas subterráneas
- Los vertederos de desechos de rocas diseñados para manejar desechos de sulfuros deben tener cimientos adecuados de baja permeabilidad y/o un material de consumo de ácidos colocado en una capa de base

- Controles deficientes de la erosión durante la construcción pueden originar mayores cargas sólidas en los cursos de agua durante las lluvias
- El correcto almacenamiento y manipulación de combustibles y lubricantes y una gestión responsable del taller pueden reducir a largo plazo la contaminación ocasionada por derrames
- La identificación y manipulación adecuada de las tierras cultivables y otros lugares de crecimiento, y el control del polvo en los acopios pueden ayudar en la en la gestión inmediata y a largo plazo del medio ambiente

Gestión del riesgo

Dadas las consecuencias a largo plazo de las decisiones que se adoptan en la etapa de desarrollo del proyecto, es vital que se realicen talleres de evaluación del riesgo en las etapas clave: en general, las etapas de prefactibilidad, factibilidad y de ejecución del proyecto. Los resultados de dichos talleres deberían impulsar las decisiones sobre la futura dirección del proyecto.

Por su naturaleza, la minería suele presentar varias incertidumbres: respecto al alcance de los impactos ambientales, los beneficios sociales, los resultados económicos, las condiciones geológicas e, incluso los riesgos políticos. Las diferentes partes interesadas tendrán diferentes percepciones sobre la incertidumbre y los diversos aspectos de la operación minera. Como se señala en Valor Perdurable, la implementación de los principios de desarrollo sostenible requiere que los profesionales de la minería consideren la complejidad de las relaciones con las partes interesadas que pueden darse en un período largo y a grandes distancias. La incertidumbre surge a causa de las complejas interrelaciones entre riesgos económicos, ambientales y sociales. Esta situación se ilustra en el siguiente estudio de caso: Gestión del riesgo del Proyecto **Ok Tedi**, en Papúa Nueva Guinea. Esta mina probablemente haya sido la responsable de más discursos, películas, publicaciones en medios de comunicación y otras medidas en contra de la minería que ninguna otra en la historia reciente. Ha incitado a toda una generación a ponerse en contra de la minería, especialmente en los países en desarrollo, ha dado ímpetu e impulso (y financiamiento) a ONG y activistas ambientales opuestos a la industria minera, y ha reforzado la reputación de un bufete australiano de abogados.

El yacimiento de cobre y oro de Ok Tedi se descubrió en el decenio de 1960 y posteriormente fue desarrollado por un consorcio internacional dirigido por BHP Ltd, a mediados de la década de los 80. El proyecto está ubicado en las montañas Star, en la parte occidental de Papúa Nueva Guinea (PNG). Esta remota región tiene lluvias intensas, montañas escarpadas y accidentadas, suele sufrir corrimientos de tierras y se halla en una región actividad sísmica. Los retos para la ingeniería a causa los desechos de la mina y de la gestión ambiental en este contexto eran importantes.

Existe una multitud de riesgos a considerar en un proyecto como éste. El alcance y la naturaleza de los impactos ambientales presentan numerosos y variados riesgos, tanto durante la explotación como en el cierre y posterior rehabilitación. Resulta difícil evaluar los riesgos sociales: quién recibe beneficios frente a quién recibe los impactos negativos; las complicaciones son mayores dadas las diferentes percepciones de la naturaleza de los riesgos sociales (dentro de PNG y fuera, en el mundo desarrollado). Inicialmente, puede parecer sencillo determinar y evaluar los impactos y riesgos económicos del proyecto, pero los costes y externalidades derivados de los impactos ambientales y sociales pueden ser muy importantes y repercutir en la economía del proyecto.

El funcionamiento de los proyectos mineros importantes presenta una gama de riesgos de gobernanza y de gobierno. Por ejemplo, cuando los gobiernos son inversores minoritarios en proyectos (los receptores de regalías e impuestos) así como entes reguladores, el conflicto de intereses es claro, y la necesidad de transparencia es uno de los principales desafíos.

El proyecto Ok Tedi y los dilemas que ha provocado no son exclusivos: la naturaleza multifacética e interconectada del riesgo constituye el núcleo del debate sobre la sostenibilidad. La industria minera puede contribuir al desarrollo sostenible si se esfuerza por comprender las complejas relaciones entre riesgos sociales, ambientales, económicos y de gobernanza.

El caso de Ok Tedi ha ayudado a crear una mayor concienciación sobre estas cuestiones en la industria minera y, también en el ámbito público, conjuntamente con la necesidad de implementar una gestión del riesgo responsable para proyectos tan amplios y complejos, y de mejorar el enfoque de la industria minera mundial en relación con los riesgos y la sostenibilidad (véase LP **Riesgo**, p. 7).



Figura 3. La mina de Ok Tedi en Papúa Nueva Guinea

Administración responsable

La administración responsable implica el cuidado y el manejo de una materia prima durante su ciclo vital. La idea de un ciclo de vida puede abarcar la exploración, la minería, el procesamiento, el refinado, la fabricación, el uso, la recuperación, el reciclado y la eliminación de un producto mineral. La administración responsable debe ser considerada como un programa integrado de acciones cuyo propósito es garantizar que todos los materiales, procesos, bienes y servicios se gestionen a lo largo de su ciclo vital de manera responsable desde el punto de vista social y ambiental.

La administración responsable es un concepto en evolución dentro de la industria

minera, que se propone la construcción de sistemas de asociación a lo largo del ciclo de vida de los materiales para garantizar la sostenibilidad de su producción, uso y eliminación. Si bien los participantes de cada sector están a cargo de la administración responsable en su industria específica, es un principio fundamental de la administración responsable que dichos participantes también se preocupen por las otras industrias del ciclo vital.

Un ejemplo de las oportunidades de la administración responsable para reducir los impactos en la sostenibilidad al actuar en la etapa de desarrollo de una operación lo proporcionan las operaciones de Anglo Coal en la cuenca del Bowen en Queensland. La extracción de las acumulaciones de gas metano antes de las operaciones mineras elimina tanto el riesgo de explosión como un potente gas de efecto invernadero. Además, el gas puede usarse directamente en la producción de energía. Por ejemplo, Anglo Coal ha firmado un acuerdo con Energy Developments Limited para la construcción de un proyecto de producción energética alimentado con gas en su mina **Capcoal**.

Este proyecto usará metano extraído de las operaciones mineras subterráneas para la generación de electricidad en el emplazamiento, en cantidad suficiente como para suministrar energía a un pueblo pequeño. El proyecto, de 32 megavatios, consiste en 16 motores alternativos, cada uno con dos megavatios de salida, y cuenta con un subsidio del Gobierno Federal. El efecto de mitigación de gases de efecto invernadero del proyecto energético en su capacidad total equivaldrá a 1,2 millones de toneladas de dióxido de carbono por año, incluido el efecto de desplazar las emisiones originadas en combustibles alternativos que, de otro modo, se habrían usado para generar la cantidad equivalente de electricidad suministrada a la red eléctrica del estado. Dicha cantidad de mitigación equivale a la plantación de 1,6 millones de árboles, o a quitar 250.000 coches de las carreteras.

Minimizar los desechos, generar energía y recortar las emisiones de gases de efecto invernadero es un excelente ejemplo de administración responsable, que beneficia al medio ambiente y a los balances de las empresas (véase LP **Administración responsable**, p. 24)

Planificación, diseño y construcción de instalaciones para el almacenamiento de derrubios

Introducción

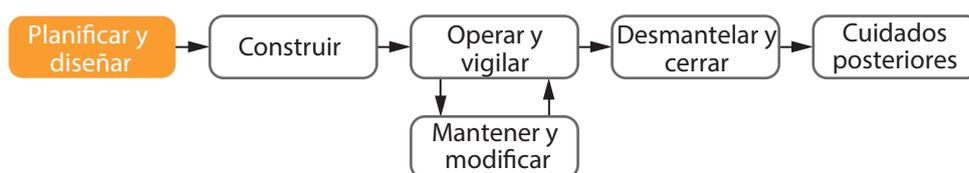
La industria minera internacional ha aprendido muchas lecciones durante el último decenio, que han ayudado a elaborar prácticas innovadoras de manejo de los derrubios en Australia. El Boletín de la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD) incluye un exhaustivo informe sobre dichas lecciones, a partir de múltiples fallos e incidentes en instalaciones de almacenamiento de derrubios. Las causas principales de los fallos e incidentes fueron:

- Falta de control del balance hídrico
- Falta de control de la construcción
- La falta general de comprensión de las características que permiten controlar las operaciones seguras.

Los análisis económicos convencionales pueden llevar a minimizar los desembolsos iniciales de capital en la construcción de los derrubios y posponer los costes de la rehabilitación (véase el estudio de caso en LP **Derrubios**). El análisis del valor neto presente descuenta el coste actual de los desembolsos futuros en la gestión del cierre, rehabilitación y periodo posterior al cierre. Por lo tanto, si se adopta

una perspectiva de corto plazo, sin considerar los costes sociales y ambientales a largo plazo, existe poca motivación para invertir más sustancialmente en la etapa de desarrollo con el fin de impedir o reducir desembolsos en la etapa de cierre. No obstante, son varias las razones para aplicar prácticas innovadoras en las etapas más tempranas de desarrollo y en diseñar y hacer funcionar la instalación para almacenamiento de derrubios con el objeto de optimizar el cierre. La realización de un diseño y una operación con vistas al cierre puede evitar desembolsos en movimientos del suelo con el fin de restablecer la topografía y los sistemas de drenaje. La rehabilitación progresiva, cuando sea posible durante las operaciones, permite que este trabajo se realice mientras existe un flujo de caja para las operaciones y disponibilidad de gestión y recursos. La rehabilitación progresiva también puede reducir el coste financiero de las garantías exigidas por los organismos normativos. La gestión de derrubios según las prácticas innovadoras también reducirá al mínimo el tiempo necesario para la vigilancia y el mantenimiento en el periodo posterior al cierre.

Una buena planificación y un buen diseño son los primeros pasos para garantizar que los derrubios se gestionen de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, como se muestra a continuación.



Las prácticas innovadoras exigen que exista un alineamiento entre la planificación de la instalación de almacenamiento de derrubios y el plan de la mina. La planificación de la instalación de almacenamiento de derrubios también debe examinarse en respuesta a cambios en el plan de la mina y, si fuese necesario, revisarse. Ello garantizará que cualquier requisito en alguna etapa específica o que surja de manera secuencial cuente con una fecha y un financiamiento adecuados y que las actividades de explotación y gestión se esfuercen por lograr los objetivos fijados para el cierre a lo largo de la vida del proyecto.

Hay que considerar:

- La integración con el plan y calendario de la mina al elaborar la metodología de eliminación de derrubios. Por ejemplo, utilizar o hacer acopio de tierras cultivables y de desechos de rocas para la construcción de expansiones de los muros de contención y/o los límites superiores o las cubiertas;
- La ubicación de la instalación para almacenar los derrubios para que impida la esterilización de recursos minerales o la contaminación de recursos hídricos;
- La disponibilidad de materiales para la construcción de terraplenes y materiales de la parte superior de la superficie;
- La gestión de cambios. Por ejemplo, los aumentos en la capacidad de producción de la planta de procesamiento impactan en las necesidades de almacenamiento de derrubios y de agua, así como en el ritmo de aumento de la superficie de los derrubios. Todo esto puede tener consecuencias para la fortaleza y estabilidad de los derrubios
- El reprocesamiento de los derrubios. Algunos derrubios pueden contener minerales valiosos y, por lo tanto, un objetivo de su gestión puede ser proveer almacenamiento provisional hasta que su recuperación económica sea viable.

Conforme progresa la construcción, es importante que se realice un registro de todos los trabajos, con el objeto de:

- garantizar que la instalación para el almacenamiento de los derrubios sea construida por un contratista competente, con un adecuado nivel de supervisión y control de calidad de los materiales y las técnicas de construcción, para demostrar que eran conformes a los planos y especificaciones del diseño;
- Proporcionar un registro y descripción detallados de aspectos geotécnicos cruciales, como la preparación de los cimientos, el tratamiento de grietas en las zanjas más importantes y de impermeabilización, o la compactación de relleno en torno a las obras de desagüe. Este registro es útil en el diseño y construcción de las obras correctivas si se producen problemas en la etapa posterior a la construcción;
- Suministrar planos tal como se hizo la construcción, que:
 - Provean una representación exacta de las obras detalladas de construcción, especialmente cuando se hayan producido cambios en el diseño durante la construcción;
 - Ayuden a mejorar los diseños para etapas posteriores;
 - Suministren detalles y dimensiones para las obras correctivas, de manera que no repercutan en la integridad de las estructuras existentes;
 - Suministren detalles para un análisis retrospectivo, si fueran necesarios.

Gestión hídrica

Introducción

La gestión de una mina debe tener en cuenta las siguientes consideraciones relativas al agua en el desarrollo y diseño de los recursos.

- Suministro de agua: identificación y cuantificación
- Repercusiones de la captación/transferencia del agua sobre los recursos hídricos y los usuarios
- Aprobaciones gubernamentales
- Suministro, almacenamiento y tratamiento del agua (diseño y construcción)
- Supresión del polvo y vertidos de desagües
- Eliminación de aguas residuales
- Gestión de las aguas pluviales en el emplazamiento

Es esencial llevar a cabo investigaciones exhaustivas durante la etapa de desarrollo para garantizar que la gestión hídrica se integre en el sistema total de gestión de las operaciones de la mina. Sin duda, la mina necesitará suficiente agua para las operaciones de minería, que incluyen la supresión del polvo, las necesidades del equipamiento, lavado, agua potable, agua para saneamiento, etc. La demanda de agua más importante se produce en la etapa de procesamiento. Por regla general, en una mina de oro se dice que una tonelada de mineral procesado necesita una tonelada de agua. Si una mina procesa dos millones de toneladas al año, lo que no representa un tratamiento muy grande, significa que se necesita una gran cantidad de agua. Las operaciones en el valle de Cadia son un ejemplo de la gestión de un recurso hídrico escaso y del equilibrio entre las demandas de la mina y las demandas contrapuestas de otros usuarios.

Desvío de los cursos de agua

Para acceder al recurso mineral en las operaciones mineras de superficie, en ocasiones, en la etapa de desarrollo, hay que desviar un arroyo o río que están cerca de donde se ejecutan los trabajos. El diseño de prácticas innovadoras para el desvío de los cursos de agua reducirá tiempo y costes asociados al proceso de aprobación. Las actividades principales a realizar para planificar y ejecutar un desvío en las diversas etapas del ciclo de vida de una operación se muestran en la figura 3.13.

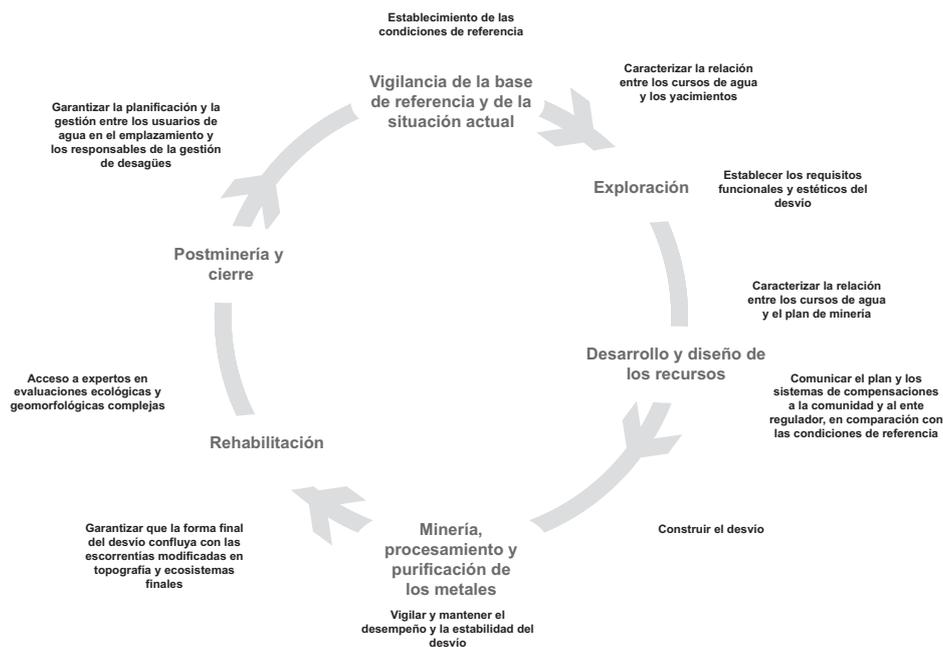


Figura 3. Cuestiones más importantes en el diseño y la gestión del desvío de los cursos de agua a lo largo de la vida de una operación minera

TRUenergy Yallourn suministra el 22% de las necesidades energéticas de Victoria. Se pensaba que su actual suministro de carbón se habría agotado en 2009, y el cercano yacimiento de carbón de Maryvale presentaba el mejor suministro potencial de carbón en un futuro. Sin embargo, el río Morwell estaba ubicado entre la mina y esta reserva de carbón. Se propuso un desvío del río que tendría consecuencias económicas y ambientales. Se formó un equipo de diseño integrado por ingenieros de minas, expertos geotécnicos, ecologistas, diseñadores de terraplenes e ingenieros hidráulicos. Se acordó que el terraplén de desvío se podría construir con relleno de ingeniería de los 13 millones de metros cúbicos de cobertura que tendría que sacarse de la mina, lo que reducía significativamente el coste del proyecto. El diseño requería la creación de un canal de desvío de 70 metros de ancho y 3,5 kilómetros de largo en lo alto de un terraplén que comenzaba aguas arriba del río Morwell y se conectaba aguas abajo con el río Latrobe. El diseño del canal se adecuó a la probabilidad de inundaciones de tal magnitud que sucede 1 en 10.000 años, y se hizo imitando las características geomórficas y ecológicas del río natural Morwell (véase LP **Agua**, p. 71).

El proyecto de desvío del río Morwell garantiza que la mina de TRUenergy Yallourn tenga al menos 30 años de vida más, al brindar accesibilidad a corto y largo plazo para una reserva de carbón fundamental y, así, garantizar la provisión continua de una gran parte del suministro eléctrico de Victoria y de todo el país. Se lograron los siguientes resultados económicos, sociales y ambientales:

- Las obras de desvío crearon más de 150 puestos de trabajo en la construcción en el período 2001 a 2005, ambos inclusive.
- Sin el desvío, el coste de la generación de electricidad habría sido mucho mayor.
- Según el Acuerdo de los Título de Propiedad Nativa, los aborígenes mayores locales participaron en calidad de observadores culturales.
- En comparación con el diseño original, el desvío significó importantes mejoras ambientales, que incluyeron la conservación de dos kilómetros de la planicie inundable y humedales efímeros del río original.



Figura 3. Construcción del desvío del río Morwell



Figura 3. El río Morwell después del desvío

Los desvíos son similares a las estructuras de drenaje en el hecho de que su propósito funcional es encaminar un flujo alrededor y fuera del lugar de operaciones de una manera segura, predecible y eficaz. Los cursos de agua naturales son dinámicos (propensos a experimentar inundaciones e inestabilidad en el cauce), en tanto que los desvíos deben ser estables, contener los flujos y no afectar los niveles de inundación en un grado inaceptable. El desvío tampoco debe funcionar como una barrera física para la migración de los organismos acuáticos. Las operaciones de desvío, por consiguiente, son una compensación entre las exigencias ambientales (valores, procesos y variabilidad) y la certeza en el rendimiento hidráulico y geomecánico. Las consideraciones económicas en alguna medida limitan el alcance de la realización de las condiciones ambientales, en comparación con los resultados teóricos.



4.0 OPERACIONES DE MINERÍA Y PROCESAMIENTO



Figura 4.1 Ejemplo del impacto en la sostenibilidad de una operación minera.
Derrumbe del nivel inferior en Ridgeway. Orange, Nueva Gales del Sur, Australia

Mensajes clave

- En la fase de operaciones se plantean los mayores desafíos en lo que respecta a la sostenibilidad, ya que las minas pueden tener 50 años de vida o aún más
- La planificación de las decisiones relativas a la sostenibilidad durante las fases de desarrollo puede impactar tanto positiva como negativamente en la fase de operaciones
- Se deben elaborar y revisar sistemas a lo largo de la vida de la mina, en particular los de gestión ambiental y las iniciativas para la participación de la comunidad
- Las técnicas de gestión del riesgo son esenciales para controlar los impactos desde el punto de vista de la sostenibilidad durante las operaciones
- La focalización en el manejo responsable de los materiales, en particular en la corriente de desechos, generará dividendos sostenibles
- Las empresas tienden cada vez más a incluir a la comunidad local en la gestión del impacto en la diversidad biológica
- La gestión hídrica sigue siendo un problema de importancia en la gestión de la mina, y la eliminación del riesgo de drenaje ácido de la mina ocupa una posición destacada en la investigación



- Las técnicas de eliminación de derrubios, por ejemplo, los métodos de descarga espesada o en corta, siguen evolucionando
- Los procedimientos seguros de almacenaje y manipulación del cianuro y de otras sustancias peligrosas hoy están bien establecidos y existe numeroso material orientativo para la gestión de las minas

Introducción

Las operaciones mineras en Australia y en el mundo comprenden varias materias primas, dimensiones y metodologías. El sector minero australiano figura entre los cinco primeros productores de materias primas minerales más importantes del mundo, a saber:

- Principal productor de bauxita, alúmina, rutilo y tantalio.
- Segundo productor de plomo, ilmenita, zircón y litio.
- Tercer productor de mineral de hierro, uranio y zinc.
- Cuarto productor de carbón negro, oro, manganeso y níquel.
- Quinto productor de aluminio, lignito, diamantes, plata y cobre (MCA).

Los métodos de minería australianos van desde la minería a cielo abierto, que puede incluir hulleras a tajo abierto con excavadoras, camiones y palas, o canteras convencionales, hasta la minería de aluvión, que incluye el dragado en busca de arenas minerales, metales preciosos y gemas. La minería subterránea de carbón utiliza diversos métodos, que van desde el tajo largo a las cámaras con soporte de pilares, en tanto que en la minería de extracción de roca los métodos más comunes son el hundimiento y las cámaras. Este capítulo no solo tratará sobre "minería", sino que también se hará énfasis en los problemas asociados con el procesamiento de minerales, las operaciones metalúrgicas y, alguna que otra vez, las operaciones de refinación que afectan la sostenibilidad.

Cada método podría tener posibles impactos importantes en la sostenibilidad de las operaciones mineras y, por ende, cada operación exige una gestión sumamente hábil, a fin de reducir al mínimo cualquier impacto negativo. En este capítulo se presenta el concepto de prácticas innovadoras para la sostenibilidad durante la etapa de producción o de operaciones del ciclo minero. Durante esta fase es cuando se concretan los beneficios o los costes de las decisiones de planificación tomadas durante las fases precedentes. Es también la fase de la minería en la que podrían producirse los mayores impactos en el medio ambiente y la comunidad.

Contaminantes aéreos, ruido y vibraciones

Un reciente artículo periodístico (Safe, 2009) destacaba el problema del ruido y cómo este afecta, tanto de forma real como percibida, a la comunidad local. En él se hacía alusión a la reciente formación de un grupo de presión contra el ruido, denominado Noise Watch Australia [Observatorio del ruido en Australia]. Uno de los casos presentados fue el de un jubilado que se había mudado a un terreno con gran cantidad de árboles maderables, a cierta distancia de una capital. Un aserradero aumentó su producción, trabajando las 24 horas, todos los días de la semana. "El ruido nos volvía locos", alegó y, por ese motivo vendió la propiedad. "Todavía no se ha reconocido en qué consiste el aumento del ruido en las comunidades australianas, es decir, otra forma de contaminación que está teniendo graves impactos en la salud

de muchas personas”, se quejaba otro demandante. En el artículo se citaba a la Organización Mundial de la Salud, que sostiene que hasta el 3% de las muertes por cardiopatías, o sea más de 200.000 en el mundo, se debe a la exposición prolongada al ruido persistente del tráfico.

Ahora bien, ¿están aumentando los niveles del ruido? Según EPA Victoria (EPA, 2007), aunque el ruido en Melbourne no ha aumentado desde la década de los 70, la comunidad se queja más que antes. En Gran Bretaña, se han quintuplicado las quejas por ruido en comparación con las que había hace 20 años. Es evidente, entonces, que la comunidad es cada vez menos tolerante al ruido.

Recientemente, el problema del polvo procedente de un emplazamiento minero ha sido objeto de mucha atención en los medios de comunicación de Australia occidental. El problema se relacionaba con la exportación de concentrado de plomo de la mina Wiluna, de Magellan Metals, desde los puertos de Esperance y Fremantle. Los titulares de los periódicos de noviembre de 2008 (Clarke, 2008) son una demostración del grado de insatisfacción de la comunidad: *“Los sindicatos prometen pelea al Premier Barnett por los cargamentos de plomo”*, *“El Alcalde de Fremantle, decidido a combatir las peligrosas exportaciones de plomo”* y *“El plomo contamina la esperanza del futuro de Esperance”*.

Estas cuestiones son importantes para todos los sectores de nuestra industria: carbonífero, metalífero y de las canteras. De hecho, en la portada de noviembre de 2007 de *“Quarry”*, la publicación oficial del Instituto de Explotación de Canteras de Australia, se leía: *“Asegúrese de que sus vecinos no coman polvo”*. Estas cuestiones son importantes, independientemente de si la mina está en el desierto de Tanami, en el valle del Hunter o en una zona con mayor densidad demográfica. Con frecuencia, en este último caso surgen la mayoría de problemas. En Australia, estas situaciones son típicas en canteras de materiales de construcción, minas con mano de obra residencial, como Kalgoorlie, Mt Isa o Broken Hill, o campos mineros en lugares como el valle del Hunter, donde suele considerarse que la minería no es el mejor uso que podría dársele a la tierra. Por supuesto, muchas empresas mineras australianas operan internacionalmente y, es en esos países, donde la densidad demográfica alrededor de las minas es mucho mayor, donde es más grave el impacto en la comunidad de las partículas transmitidas por el aire, el ruido y las vibraciones.

Si las minas están cerca de zonas residenciales, es menester manejar bien el problema de la presión excesiva de las ondas expansivas de las explosiones. Los niveles de la presión excesiva de la onda expansiva proveniente de operaciones en minas a cielo abierto dependen de muchos factores, incluidos el diseño de la explosión, la distancia entre el punto de explosión y el receptor, y las condiciones atmosféricas dominantes. Las variaciones de temperatura y viento a lo largo de la trayectoria de la onda desde la fuente al receptor son particularmente importantes para determinar la presión excesiva que experimenta el receptor. Los modelos permiten tener en cuenta los efectos de las condiciones atmosféricas antes de que se decida realizar una explosión y, en última instancia, se usan para predecir las mejoras de los niveles de presión excesiva a causa de la onda expansiva. Los resultados se presentan como curvas de nivel superpuestas sobre un mapa de la zona circundante al punto de explosión. La figura siguiente ejemplifica una mejora de la presión excesiva por la onda expansiva. Los resultados son prometedores, y el sistema parece ser una herramienta útil, en su estado de desarrollo actual, para mejorar la gestión del impacto de las explosiones (véase LP **ANCV**, p. 52).

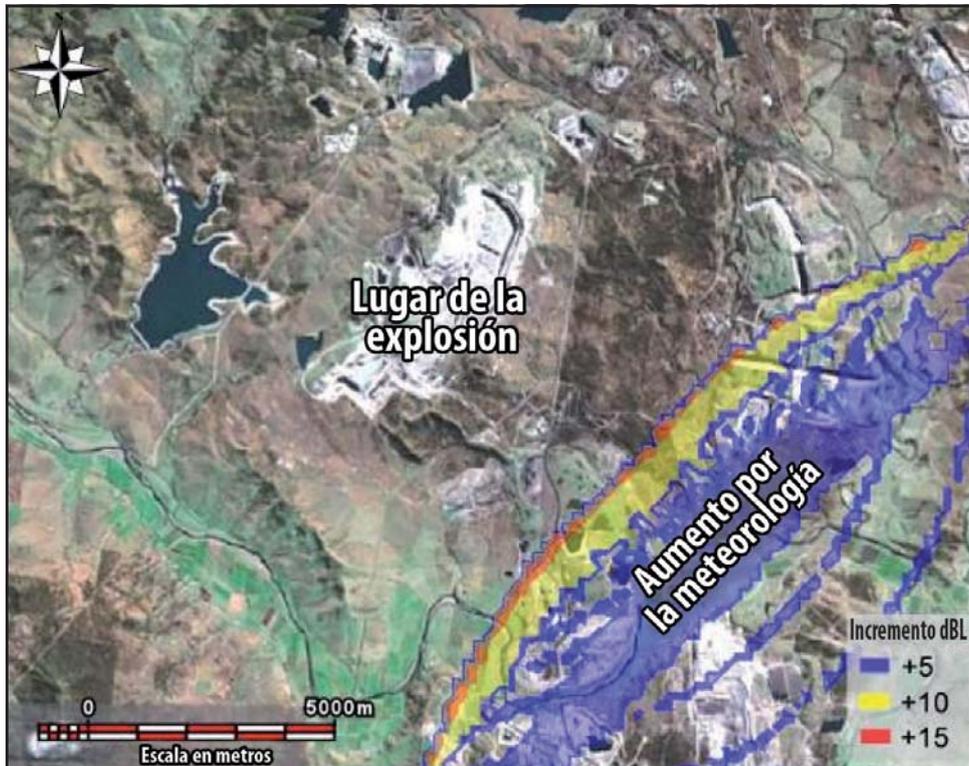


Figura 4.2 Niveles previstos de presión excesiva por la onda expansiva que muestran la zona de incremento debido a las condiciones atmosféricas

Diversidad biológica

La justificación económica en la gestión de la diversidad biológica

Los riesgos e impactos para la empresa si no logra gestionar debidamente las cuestiones ligadas a la diversidad biológica son: aumento de las reglamentaciones y de la responsabilidad ante acciones judiciales; mayores costes de rehabilitación, remediación y cierre; riesgos sociales y presión de las comunidades vecinas, la sociedad civil y los accionistas; acceso restringido a las materias primas (incluido el acceso a la tierra, tanto en las etapas iniciales del desarrollo del proyecto como en las de exploración que se realizan continuamente para ampliar la vida de los proyectos existentes) y acceso restringido a finanzas y seguros. En algunos casos, la sensibilidad de los valores ambientales y culturales asociados a elementos particulares de la diversidad biológica podría determinar la exclusión de las actividades de exploración y minería.

En los últimos años, algunos proyectos han emprendido una revisión inicial y un reconocimiento teórico de los posibles problemas relativos a la diversidad biológica en las zonas con concesiones de exploración y minería. Esta información puede usarse para definir el riesgo de la inversión y la posibilidad de un "defecto fatal" en los procesos de impacto ambiental para, de este modo, reducir los riesgos sociales, económicos y ambientales. Esto permite también tomar decisiones fundadas sobre la probabilidad de que un proyecto progrese más allá de la etapa de factibilidad previa, con el consiguiente ahorro de tiempo y recursos cuando no haya probabilidades de seguir adelante.

Por el contrario, la gestión positiva y proactiva de la diversidad biológica puede ofrecer oportunidades y beneficios, a saber:

- Ciclos de expedición de permisos más breves y menos polémicos, gracias a una mejor relación con los organismos normativos
- Menos riesgos y responsabilidades
- Mejora en el establecimiento de asociaciones y relaciones con la comunidad y ong
- Empleados más leales y motivados.

Por estos motivos, la industria de los minerales cada vez más adopta medidas para conservar los recursos naturales y gestionarlos de manera sostenible. Para obtener el apoyo de instituciones internacionales, como la Corporación Financiera Internacional, el Banco Mundial y organizaciones financieras privadas, hoy es una condición cumplir con las normas y principios internacionalmente reconocidos relativos a la diversidad biológica, como los Principios del Ecuador, cuyas normas en materia social y ambiental se adoptan en forma voluntaria. Los principales organismos de crédito a la exportación y entidades de préstamos financieros tienden cada vez más a integrar las evaluaciones de los impactos en la diversidad biológica en sus principales decisiones financieras. Estas instituciones financieras consideran que la evaluación ambiental es un elemento clave dentro del proceso general de gestión del riesgo.

La capacidad de una compañía minera para alcanzar elevados estándares en la gestión de la diversidad biológica es valorada cada vez más como una ventaja competitiva. En consecuencia, las compañías con políticas y prácticas sofisticadas en la gestión de la diversidad biológica tienen más oportunidades, en particular con respecto al acceso a la tierra.

Conservar la licencia social para funcionar

Frecuentemente, las actividades mineras se realizan en medioambientes remotos donde las comunidades locales practican la agricultura de subsistencia o tienen medios de subsistencia sostenibles basados en los recursos naturales circundantes. En tales circunstancias, las dimensiones humanas (sociales y económicas) de la diversidad biológica adquieren una importancia fundamental. Esto es particularmente cierto en zonas rurales de los países en desarrollo, donde comunidades enteras dependen directamente de la diversidad biológica y de los servicios de los ecosistemas, por lo que son más vulnerables a su degradación.

La preocupación pública por la pérdida de la diversidad biológica y el daño a los ecosistemas se refleja en una creciente cantidad de iniciativas. Estas van desde medidas adoptadas por la sociedad civil y la comunidad local hasta leyes, políticas y reglamentaciones internacionales, nacionales y locales destinadas a proteger, conservar o restaurar los ecosistemas. Para mantener la licencia social para funcionar, las compañías mineras están respondiendo a expectativas y presiones para que adopten medidas más estrictas para conservar y gestionar la diversidad biológica que queda. Cada vez más, se las exhorta a:

- Tomar decisiones relativas a zonas "intocables", sobre la base del valor de la diversidad biológica, que pueden incluir zonas prístinas, sensibles o de importancia científica, con presencia de especies raras o amenazadas, o lugares donde las actividades plantean riesgos inaceptables para los servicios ecológicos de los que dependen las poblaciones vecinas (véase el estudio de caso de bahía shelburne).
- Modificar el ciclo de desarrollo del proyecto cuando la información de referencia sea insuficiente o cuando la incertidumbre científica indique un enfoque preventivo, para impedir o mitigar impactos sobre la diversidad biológica y, cuando sea factible, mitigar los impactos y mejorar favorablemente los resultados para la diversidad biológica en zonas donde estén operando.

La gestión responsable de la diversidad biológica, junto con los más importantes grupos de partes interesadas, como los entes reguladores y los pueblos indígenas, es un elemento fundamental del desarrollo de prácticas innovadoras sostenibles en la industria minera. La participación de estos grupos se analiza con mayor detalle en los *Manuales de Prácticas Innovadoras sobre Compromiso y desarrollo con la comunidad y Trabajar con comunidades indígenas*.

Un ejemplo de este enfoque de práctica innovadora en las asociaciones con la comunidad es el del emplazamiento de la mina de minerales pesados **Cooljarloo** de Tiwest, en Australia Occidental (véase LP **Diversidad biológica**, p. 6). La filosofía de Tiwest de agregar valor a los sistemas de asociación es evidente en las alianzas para la diversidad biológica con el zoológico de Perth, las escuelas locales y el Departamento de Medio Ambiente y Conservación. Gracias a la cooperación con el programa Western Shield del Departamento de Conservación y Gestión de la Tierra (CALM) se logró reducir el número de zorros en la región, hasta tal punto que ha sido posible la puesta en libertad de ejemplares de marsupiales autóctonos como el woylie (*Bettongia penicillata*), el Tammar wallaby (*Macropus eugenii*) y el quenda (*Isoodon obesulus*), una especie de ratón nativo en el cercano Parque Nacional de Nambung. La operación Cooljarloo se basa en un enfoque de desarrollo sostenible que incorpora varias prácticas innovadoras, como:

- La recolección de semillas de plantas maduras antes de su alteración
- La separación de materiales (mantillo, recarga de arcilla, material procesado) que contribuyen a la rehabilitación y al establecimiento de la topografía, en particular cuando está relacionada con la gestión del lodo de arcillas finas o limo
- El respaldo a la recolonización de especies animales extintas en el ámbito local en los parques nacionales cercanos
- Asociaciones con empresas de negocios propiedad de indígenas locales para la recolección de semillas y otros servicios. Por ejemplo, la asociación de tiwest con la comunidad aborígen bilingüe ya lleva 12 años y, en conjunto, han recolectado semillas de procedencia local por un valor de más de 1 millón de dólares y reforestado 700 hectáreas de tierras alteradas.
- Asociaciones constantes con un amplio segmento representativo de la comunidad local, que comprenden proyectos educativos, gestión ambiental y respaldo a organizaciones comunitarias.

Gestión de impactos en la flora y fauna terrestres

El primer paso para reducir al mínimo los impactos directos en la vegetación y las comunidades de animales asociadas a ella es identificar dónde se encuentran los elementos de valor que cuentan como información para los estudios. A partir de esto, es posible elaborar e instrumentar planes de gestión ambiental a fin de garantizar que, donde sea posible, no se talen áreas de gran valor. En cualquier caso, estos planes deberían garantizar que se minimice la extensión de la tala, en consonancia con una operación segura y eficaz de la mina. La extensión de un hábitat adecuado y su conectividad deberían tener en cuenta la movilidad de la mayoría de especies animales. Los aspectos de sucesión también son de importancia. Por ejemplo, regímenes de fuego inadecuados pueden afectar toda la zona de residuos vegetales dentro de una concesión minera, lo que se traduciría en la pérdida de ciertas especies. La rápida rehabilitación de las áreas alteradas puede reducir al mínimo los impactos de la fragmentación de los hábitats.

Incluso en los casos en los que las especies de animales raros o amenazados ya no se encuentran en la zona, si el estudio muestra que el hábitat estaba ocupado por esas especies anteriormente o es adecuado para ellas, debería ser tratado como corresponde, ya que es posible que las especies puedan colonizar (una vez eliminado o reducido el proceso de amenaza, como la depredación de los zorros) o ser reintroducidas en una etapa posterior.

Los aspectos secundarios, como el cambio en los patrones de pastoreo y la introducción o el aumento de malas hierbas y fauna silvestre, se deberán abordar mediante el desarrollo y la implementación de planes para la gestión de la tierra. Se deberán identificar y controlar las malas hierbas problemáticas, mediante, entre otros procedimientos, la prevención de su introducción dentro y cerca de las áreas de operaciones. Cuando animales salvajes como zorros, gatos, cerdos o cabras estén perjudicando los valores de conservación, se debe controlar su número y, de ser necesario, implementar métodos de control.

Las prácticas innovadoras en la gestión de la diversidad biológica van más allá de reducir al mínimo los impactos a largo plazo de las operaciones. Identifican las oportunidades de mejora dentro del área de la concesión y en sus alrededores mediante la aplicación de prácticas de gestión sostenible e innovadora de la tierra y/o mediante el control de las malas hierbas y de los animales salvajes en la mayor medida posible. Estas iniciativas podrían ser emprendidas por las propias empresas o en alianza con el gobierno u ONG.

Gestión del impacto en la fauna acuática

Los ecosistemas acuáticos ocupan las partes más bajas del paisaje y, por lo tanto, serán los receptores finales de la escorrentía de las actividades mineras. Por lo general, los vínculos entre la calidad de la gestión del ecosistema terrestre y los ecosistemas acuáticos receptores son muy fuertes. Por lo tanto, es difícil obtener buenos resultados de la planificación de la gestión de los ecosistemas acuáticos sin prestar la debida consideración a estos vínculos.

El impacto de la minería en los ecosistemas acuáticos tiene cuatro orígenes:

- Problemas de cantidad del agua
- Problemas de calidad del agua
- Problemas de estructura del hábitat y
- Problemas para el paso de los organismos.

Las alteraciones de la escorrentía superficial y/o de las características y vías del flujo de las aguas subterráneas pueden afectar la cantidad de agua. Los paisajes donde hay minas pueden diferir en gran medida del paisaje original en cuanto a las relaciones entre precipitaciones y escorrentías. La topografía de los paisajes rehabilitados por lo general estará modificada en relación con la original, lo que origina cambios en la dirección, la cantidad y el tiempo de los cauces de superficie.

Más aún, a menudo las minas interceptan o usan acuíferos. Las capas geológicas donde se realizan las operaciones mineras pueden ser ellas mismas importantes acuíferos que dan sustento a ecosistemas dependientes de aguas subterráneas. En las regiones áridas o semiáridas donde se encuentra gran parte de la industria minera australiana, las aguas subterráneas por lo general son un recurso fundamental. Es necesario comprender el impacto en estos ecosistemas durante y luego de la operación, así como los mecanismos para su mantenimiento y rehabilitación.

Las directrices sobre calidad del agua ANZECC/ARMCANZ (2000), resumidas en Batley et al. (2003), junto con la legislación estatal y territorial relacionada, constituyen un marco de gestión del riesgo de la calidad del agua adecuado para la gestión de la diversidad biológica en los ecosistemas acuáticos. Las prácticas innovadoras sobre impactos en la calidad del agua siguen el marco de gestión de riesgo de dichas directrices. Se debería asegurar también que la sensibilidad del programa de vigilancia pueda detectar tendencias en los parámetros de calidad del agua cuando las mediciones permanecen por debajo de los objetivos de calidad del agua. Ello permite implementar medidas de gestión antes que una tendencia negativa de calidad del agua pueda afectar la diversidad biológica.

Las prácticas innovadoras para la gestión de la calidad del agua también deberían

incluir la gestión y vigilancia de los reactivos involucrados en procesos, residuos sólidos y líquidos (incluidos los residuos domésticos), hidrocarburos, desengrasantes y aguas residuales efluentes. Estos aspectos pueden ser particularmente importantes durante períodos de altas precipitaciones, cuando puede ser difícil retener toda la escorrentía superficial y subterránea originada en la infraestructura relacionada con la mina, incluidos los emplazamientos de contratistas.

Las directrices sobre calidad del agua no abordan por completo las dificultades asociadas a su aplicación en las aguas temporales. En particular, los valores umbrales contenidos en las directrices se basan en condiciones estables que, por definición, no ocurren en aguas temporales. No existen valores umbrales basados en la toxicidad para lagos salados interiores; además, no se han probado las estrategias de evaluación de la calidad biológica recomendada del agua con relación al impacto de la mina en todos los tipos de agua temporales, sino solo en algunos. Esto limita su uso en las zonas áridas y semiáridas de Australia, donde dominan las aguas temporales y donde se realiza la mayoría de las operaciones mineras.

La estructura del hábitat en los ecosistemas acuáticos es un importante factor de control de la diversidad biológica. La sedimentación de lechos fluviales, estanques y zonas estancadas puede disminuir la diversidad biológica debido a la reducción de los nichos disponibles. Es poco probable que los cursos fluviales con desvíos que no correspondan a la diversidad estructural del hábitat preexistente sustenten la diversidad biológica acuática original. Esto podría afectar la diversidad biológica aguas arriba y abajo, al alterar el paso de organismos y el flujo de la energía del ecosistema del tramo fluvial. Los encargados de gestionar las prácticas innovadoras diseñan estructuras para compensar el hábitat en el desvío: plantar juncos, espadañas y arbustos, y construir enormes estructuras de residuos leñosos con densidades naturales o que superen a las naturales. El diseño de ingeniería del desvío debería tener en cuenta la mayor rugosidad hidráulica asociada a estas estructuras.

La alteración del paisaje causada por la minería que modifica la trayectoria y la velocidad del flujo de las aguas superficiales y subterráneas alterará la influencia geomórfica en los ecosistemas acuáticos receptores. Es necesario considerar los impactos resultantes en la estructura del hábitat acuático y la diversidad biológica que depende de él.

La comunidad y las operaciones mineras

La justificación económica de la participación de la comunidad

Que las compañías se comprometan con las comunidades y contribuyan a su desarrollo no es simplemente correcto, sino que también es de buen sentido empresarial. Primero y principal, las compañías deben asegurarse un amplio apoyo y aceptación por parte de la comunidad, si desean proteger su 'licencia social para funcionar'.

Probablemente, aquellas compañías que se perciban como cerradas y no receptivas gozarán de menor confianza y apoyo por parte de una comunidad que aquellas que compartan abiertamente la información, escuchen y respondan a las preocupaciones de la gente y muestren que se interesan por la comunidad y se comprometen con su desarrollo. Escuchando e involucrándose, las empresas se encontrarán en mejores condiciones para detectar cuestiones comunitarias emergentes en un estadio temprano y podrán abordarlas de manera proactiva y no reactiva. Por lo tanto, estas compañías también tendrán mayores oportunidades para exponer sus puntos de vista y para que estos sean escuchados.

El tiempo que lleva planificar, financiar, asegurar y adaptar a las normas una operación ha aumentado sustancialmente en los últimos decenios, en particular, en el caso de las minas a gran escala. En estas circunstancias, puede haber beneficios económicos reales para aquellas compañías que sean capaces de mostrar que

asumen seriamente sus responsabilidades comunitarias (Harvey y Brereton, 2005). Estos pueden incluir menor tiempo necesario para la obtención de las aprobaciones y la negociación de acuerdos, acceso más fácil a los nuevos recursos, perfil de riesgo corporativo mejorado y, posiblemente, la capacidad de obtener acceso a capitales en condiciones más favorables.

Para las compañías que radican sus operaciones en regiones relativamente remotas de Australia, otro motor económico es el reto de atraer y retener empleados, en particular, en el contexto de una escasez recurrente de especialistas. Dicho de manera simple, es más probable que los empleados y sus familias se muden y se establezcan en las comunidades si estiman que estas ofrecen buena calidad de vida, con oportunidades a largo plazo en educación, recreación y empleo, especialmente para la gente joven. Esto significa un poderoso incentivo para que las compañías inviertan tiempo y recursos en contribuir al desarrollo de las comunidades.

Comunidades indígenas

Dado que más del 60% de las operaciones mineras de Australia se encuentran cerca de comunidades indígenas, establecer y conservar relaciones sólidas y positivas con las comunidades indígenas es crucial para garantizar y mantener la licencia social para funcionar de la industria minera. Cada vez más, los acuerdos con los Propietarios Tradicionales exigen que las compañías se comprometan de forma efectiva con las comunidades, y que contribuyan al cumplimiento de los objetivos de desarrollo a largo plazo. Las compañías que son incapaces o no tienen la voluntad de hacerlo, o que no cumplen sus compromisos, se hallarán probablemente en seria desventaja a la hora de negociar futuros acuerdos con los grupos de Propietarios Tradicionales.

Además de las justificaciones económicas corporativas generales mencionadas anteriormente por el hecho de establecer relaciones duraderas con las comunidades indígenas, las compañías mineras obtienen varios beneficios específicos, a saber:

- Facilitación de la elaboración de acuerdos de acceso a las tierras con beneficio mutuo y de carácter sostenible. Dicho acuerdos respetan los derechos e intereses de los indígenas del país y, también garantizan el acceso a la exploración y a la explotación minera. Se logran mediante negociaciones basadas en el respeto y el entendimiento mutuos más que con litigios.
- Facilitación del cumplimiento de las normas jurídicas a través de la protección del legado cultural indígena.
- Acceso a mano de obra local proveniente de las comunidades indígenas vecinas, lo que puede disminuir la dependencia del transporte aéreo de ida y vuelta para las operaciones y/o reducir la necesidad de establecer asentamientos mineros.
- Logro de los beneficios de una mano de obra diversa a través de un mayor empleo de indígenas.
- Garantía de una cadena de suministro local a través de los comercios pertenecientes a los indígenas locales.
- Aprovechamiento de las contribuciones de los miembros de la comunidad indígena en varios aspectos de la operación minera, como la gestión ambiental, la gestión del riesgo, la planificación del cierre de la mina y la gestión de los impactos sociales.
- Garantías de mejores resultados en la gestión ambiental a través del acceso a los conocimientos ecológicos locales y tradicionales.
- Mejoramiento de los méritos de la industria relativos al desarrollo sostenible, mediante la contribución al desarrollo de comunidades regionales prósperas y sostenibles.

Barrick explota la mina Pierina, en una región habitada por pueblos indígenas, en la cordillera andina de Perú. El siguiente estudio de caso destaca la influencia positiva que la minería puede tener en una comunidad donde funciona una moderna explotación minera.

MINA: Mina Pierina

UBICACIÓN: distrito de Independencia y Jangas, provincia de Huaraz, ANCASH, PERÚ, AMÉRICA DEL SUR (pobl. 67.000) (figura 1).

DESCRIPCIÓN BREVE: la mina Pierina se encuentra en la cordillera de los Andes, en el departamento de Ancash en el centro-norte de Perú, aproximadamente a 10 kilómetros al noroeste de la ciudad de Huaraz, a una altitud de unos 4.100 metros. Las áreas de influencia más importantes son los distritos de Independencia y Huaraz.

Pierina es una mina de oro a cielo abierto (período de operaciones 1996-2010), que opera mediante un sistema de cargadores y transporte. Las menas se trituran y se envían en cintas transportadoras hasta la zona de la plataforma de lixiviación. Las menas sin cribar se transportan directamente hasta una plataforma clásica de lixiviación de llenado de valle.

En 2009, Pierina produjo 271.000 onzas de oro a un coste total de \$400 por onza. Las reservas de minerales probadas y probables hasta el 31 de diciembre de 2009 se calculaban en 648.000 onzas de oro. Inversión acumulada: US\$850 millones.

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: disminución de la pobreza; desarrollo humano

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Participación de la comunidad

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO DE CASO:

Perú es un país minero importante. En los últimos dos decenios, algunas regiones mineras han experimentado importantes transformaciones sociales y económicas, en particular, si se las compara con las regiones no mineras. El objetivo de este análisis es evaluar la contribución de la minería al progreso económico y social de los distritos de Jangas e Independencia.

La mina Pierina, operada por Barrick, cuenta con un programa completo de desarrollo comunitario. Desde el primer día de las operaciones, la política de la compañía ha consistido en garantizar que los beneficios de la explotación minera fueran compartidos con las comunidades. En colaboración con sus asociados, la mina Pierina ha apoyado mejoras en el acceso a agua limpia, atención de la salud, vivienda y educación de las comunidades donde opera. De este modo, la empresa contribuye positivamente a la competitividad, a las conexiones, crea un ámbito comercial estable, retiene una base de empleados expertos y aporta servicios esenciales a la comunidad.

Este estudio de caso ilustra los indicadores clave de reducción de la pobreza en los distritos de Independencia y Jangas (área de influencia). Estos indicadores constituyen el mejor modo de ilustrar el impacto de diversas políticas, actividades operativas, impuestos, donaciones y las nuevas capacidades y el nuevo capital social de la comunidad en el área de influencia, y las relaciones positivas entre la explotación minera y la comunidad.

El área de influencia de la mina Pierina exhibe cambios considerables que la diferencian de los alrededores cercanos (Provincia de Huaraz, ANCASH y Perú); estos se han producido durante el mismo período en que se realizaron

las operaciones de Pierina.

Por esta razón, se puede afirmar que existe una correlación directa entre los cambios positivos y las actividades mineras de Pierina. Por supuesto, todos los cambios y progresos sociales dependerán de la gente y de sus grupos de pertenencia, a quienes Pierina ofrece un escenario mejor.

Análisis de los indicadores

Entre 1993 y 2007, la tasa de crecimiento demográfico en el área de influencia es, en promedio, de un 31,1%, en comparación con un 11,4% en Ancash y un 24,3% en Perú en el mismo período. En el mismo sentido, la reducción de la pobreza en el área de influencia experimentó una drástica caída. En Jangas, la pobreza cayó de un 80% (en 1993) a un 31,3% (2007) y en Independencia, de un 57,4% a un 30,7%. Estos resultados son mejores que la reducción de la pobreza en Perú y en Ancash (en el mismo período), que se mantuvo por encima del 40%. Este escenario socioeconómico para el área de influencia es muy positivo en comparación con el resto de Perú, porque solo las regiones concernidas pueden exhibir indicadores de pobreza por debajo del 33%.



Figura 4.3 Localización cartográfica de la mina Pierina

*Contribución de Christian Para

Weipa: un enfoque sostenible para la comunidad

El enfoque y el contenido de la contribución de una operación minera al desarrollo de la comunidad deberían determinarse según las condiciones locales, como la naturaleza y la escala de la operación, los recursos gubernamentales disponibles y las necesidades y prioridades específicas de los pobladores locales. Las compañías mineras deberían trabajar para apoyar las prioridades comunitarias locales y los programas existentes en lugar de ofrecer a las comunidades locales sus proyectos o enfoques predeterminados. Por lo tanto, como se describió anteriormente en este manual, un compromiso pleno y activo es esencial para un desarrollo comunitario sostenible. A modo de ejemplo, la mina de bauxita **Weipa**, de Comalco, ha operado durante 50 años, y se espera que la explotación minera continúe al menos otros 50 años. La gestión involucró a grupos comunitarios indígenas y no indígenas del oeste de la península del Cabo de York, en Queensland, que participaron en la planificación de la sostenibilidad para la región (véase LP **Comunidad**, p.30).

Los resultados obtenidos desde el inicio del proceso incluyen:

- Una asociación entre comalco, queensland health y la comunidad local que permitió reconvertir el viejo hospital de weipa en una nueva instalación y recinto regional de salud. La conclusión de este proyecto estaba prevista para 2007.
- Un memorándum de entendimiento y un plan de acción para 2006, relativo a la capacitación y al empleo de indígenas en la industria minera, a través de un acuerdo regional de asociaciones que incluye a comalco, dependencias gubernamentales federales y estatales y proveedores locales de servicios.
- La participación de comalco y otros empleadores locales en el foro educativo de la universidad de western cape, para mejorar la coordinación entre los objetivos de la educación y las oportunidades de empleo en la región.
- Iniciativas para mejorar la armonía social en weipa y sus alrededores, que incluyen una revisión del paquete de capacitación transcultural y la elaboración de un programa de inducción para los nuevos empleados de comalco y sus familias.



Figura 4.4 Extracción y procesamiento de bauxita en Weipa

Cianuro

Introducción

El cianuro es un compuesto químico industrial útil y su función esencial en la industria minera es extraer oro. A nivel mundial, la minería utiliza casi el 13% de la producción total de ácido cianhídrico industrial y el 87% restante se utiliza en muchos otros procesos industriales no mineros (Environment Australia 1998). En Australia, la industria minera utiliza casi el 80% del cianuro producido por los dos fabricantes del país. El cianuro se elabora y distribuye a las industrias mineras auríferas de diversas maneras. El cianuro de sodio se manufactura como briquetas o líquido; el cianuro de calcio se presenta en escamas o también en forma líquida. El cianuro de calcio, si se emplea, puede contener algo de carburo derivado de su manufactura y presenta riesgo de explosión por generación de acetileno.

El cianuro es peligroso porque es un veneno de acción rápida. El cianuro se une a proteínas que contienen hierro, necesarias para que las células obtengan oxígeno, y provoca que los tejidos se vuelvan incapaces de captar oxígeno a través de la sangre (Ballantyne 1987; Richardson 1992). En ausencia de primeros auxilios, la inhalación gaseosa, la ingesta o la absorción a través de la piel de cantidades tóxicas de cianuro pueden matar en unos minutos. La absorción de bajos niveles de cianuro por consumo de alimentos se elimina del cuerpo a través del hígado. El cianuro no es carcinogénico, y las personas que sufren un envenenamiento no fatal, por lo general se recuperan totalmente. No obstante, una exposición subletal crónica a niveles por encima del umbral tóxico o a repetidas dosis bajas puede causar importantes efectos adversos irreversibles en el sistema nervioso central y la aparición del síndrome de Parkinson.

Desde que se utilizó por primera vez, en Nueva Zelanda en 1887, el cianuro de sodio jugó un papel clave en la extracción de oro y otros metales como plata, cobre y zinc, a partir de menas, en todo el mundo. En realidad, en casi el 80% de la producción mundial de oro se utiliza cianuro para la extracción, lo que rinde una producción mundial anual de casi 2.500 toneladas de oro.

Pese a su elevada toxicidad para los seres humanos, en los últimos 100 años no se han registrado muertes humanas accidentales por envenenamiento con cianuro en las industrias mineras australianas ni norteamericanas. Esto significa que el peligro del cianuro para los seres humanos ha sido controlado mediante la minimización del riesgo en su manipulación y en la exposición industrial. Un avance significativo fue la adopción del Código Internacional para el Manejo del Cianuro.

Adopción del Código Internacional para el Manejo del Cianuro

Los signatarios del Código se plantearon llegar a diseñar, construir, operar y desmantelar sus instalaciones de acuerdo con los requisitos del Código. Sus operaciones deben ser auditadas por un auditor externo independiente y los resultados deben publicarse. Para recibir la certificación, los principios y normas del Código deben implementarse dentro de los tres años posteriores a la firma. Un requisito previo para la certificación consiste en una auditoría independiente que demuestre el cumplimiento del Código. En www.cyanidecode.org, se dispone de notas de orientación exhaustivas sobre cómo aplicar los principios y normas de práctica. En el sitio web del Instituto Internacional para el Manejo del Cianuro hay información sobre operadores certificados. Para conservar la certificación, una operación debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Cumplimiento pleno o cumplimiento sustancial, según lo indique el auditor independiente
- Las operaciones con cumplimiento sustancial deben haber enviado planes de acción correctivos de las deficiencias y haberlos implementado en el plazo acordado (máximo, un año)
- No debe haber evidencias de que la operación no cumple con las condiciones del código;
- A los tres años se realiza una auditoría de verificación
- Si la operación cambió de propietario, se realiza una auditoría de verificación dos años después del cambio.

Actualmente, los principales impedimentos de una industria para adoptar el Código son el peso económico del cumplimiento, la complejidad de las directrices para la implementación de las normas, la adecuación y la independencia de los propietarios y los administradores del código, que garantiza el Instituto Internacional para el Manejo del Cianuro (Den Dryver 2002). A continuación se presenta el estudio de caso sobre certificación del Código de la mina de oro Cowal. Una minoría de opositores se había manifestado en contra del desarrollo y la continuación de las operaciones de la mina de oro Cowal. En 2005, durante la construcción de la mina, se detectó que el cumplimiento del Código era crucial para las principales actividades y para conservar un amplio apoyo de la comunidad. Gracias al fuerte apoyo del gerente general del emplazamiento y de los administradores departamentales y de un experto técnico, se estableció un equipo del Código del Cianuro, que recibió información de todas las áreas: medio ambiente y seguridad; servicios de procesamiento técnico, operaciones y mantenimiento; relaciones con la comunidad y elaboración del proyecto. Si se desea obtener más información sobre cómo Cowal logró el cumplimiento del Código, véase LP **Cianuro**, p. 22.

Justificación económica de las prácticas innovadoras en el manejo del cianuro

Las compañías mineras que adoptan el Código Internacional para el Manejo del Cianuro y se adhieren a los principios relacionados de prácticas innovadoras reconocen que dichos principios también se corresponden con el sentido común comercial. Las compañías mineras que aplican prácticas innovadoras elaboran e implementan prácticas administrativas y operativas para el uso del cianuro en las actividades mineras, que ayudan a lograr un desarrollo sostenible. De esta iniciativa se puede lograr:

- Una mejor protección de la naturaleza
- Mejores relaciones con los entes reguladores y los organismos públicos
- Mejor rendimiento económico y ambiental
- Disminución de riesgos y responsabilidades
- Mejor acceso a capitales y, potencialmente, menores costes de seguros.

Pese al aumento del nivel de conocimientos respecto del cianuro y de su adecuado manejo en las explotaciones mineras, han seguido ocurriendo accidentes ambientales importantes en el mundo –algunos han afectado masas de agua (Donato et al. 2007). Estos episodios preocupan a los entes reguladores y al público en general, y han provocado llamamientos a la prohibición del uso de cianuro en la minería. En el recuadro 1 se enumeran los principales accidentes causados por el cianuro. En Australia, la mayoría de los derrames de cianuro ha ocurrido durante el transporte hacia los emplazamientos mineros. La plataforma minera Sunrise, en Australia Occidental, ofrece un ejemplo de cómo una mina gestiona el riesgo ambiental del cianuro en sus instalaciones de depósito de derrubios (TSF). La mina **Sunrise Dam** de AngloGold Ashanti (SDGM) es una explotación minera de oro ubicada a 55 kilómetros al sur de Laverton, en Australia Occidental. La mina está situada inmediatamente al este del lago Carey, hipersalino, y está rodeada por numerosos lagos salinos más pequeños. La explotación incluye una cantera de extracción a cielo abierto y excavaciones subterráneas, además de operaciones de procesamiento.

Actualmente, la represa para derrubios es una instalación CTD de celda única (sistema de descarga central) de 320 hectáreas. En condiciones normales de operatividad, los derrubios espesados se depositan cuando el porcentaje de sólidos es del 65% y hay un mínimo o ningún sobrenadante líquido ni ningún charco causado por la descarga de los derrubios. El sistema de descarga central consiste esencialmente en un apilamiento cónico de derrubios secos. Alrededor del perímetro de la estructura se ha colocado una valla electrificada para evitar el ingreso de animales y de ganado. Como una característica excepcional de esta región, las soluciones y los derrubios derivados de los procesamientos son hipersalinos, de casi 190.000 TDS, o sea, seis veces más salinos que el agua marina.

La vigilancia de las soluciones de las corrientes de vertidos ha revelado que, en la represa de derrubios, las concentraciones de cianuro disociable de ácidos débiles (WAD) presentaban un exceso de 50 miligramos por litro de cianuro WAD en un 72% de los días de muestreo. En ocasiones, las concentraciones de cianuro WAD de los sobrenadantes excedían los 50 miligramos por litro. Los mecanismos de protección por reducción de los hábitats donde hay cianuro (mediante el diseño del manejo y del sistema de derrubios), la ausencia de provisiones de alimentos, la reducción del agua y de la hipersalinidad hicieron que no se produjeran efectos en la naturaleza. Se ha elaborado la hipótesis de que estos mecanismos aportan medidas de protección a la naturaleza por eliminación y reducción de las vías de exposición a estas soluciones (véase LP **Cianuro**, p. 11).



Cuadro 1: Principales accidentes recientes causados por cianuro

1. En mayo de 1998, un derrame de 1.800 kilogramos de cianuro de sodio en el río Barskaun, Kirguistán, tras el accidente de un camión de transporte que se dirigía a la mina Kumtor (Hynes et al. 1999).
2. En 1995, miles de aves acuáticas migratorias y no migratorias murieron en la presa de derrubios de la mina Northparkes, Nueva Gales del Sur, Australia, a causa de la falta de comprensión de la importancia de la química del cianuro y de procedimientos analíticos inadecuados (Environment Australia 2003).
3. En 2000, la presa de derrubios en Baia Mare, Rumania, se quebró y produjo una pérdida de cianuro que se detectó hasta 2.000 kilómetros aguas abajo y causó la muerte de grandes cantidades de peces en los ríos Tisza y Danubio. Por esta razón, debió interrumpirse el suministro de agua (UNEP/OCHA 2000) (Environment Australia 2003). Un tratamiento excesivo del cianuro con hipoclorito y cloro agravó el problema.
4. Una paleta de producto de cianuro seco, que cayó de un helicóptero que volaba hacia la mina aurífera Tolukuma, en Papúa Nueva Guinea, en 2000, pudo eliminarse de manera exitosa (Noller y Saulep 2004).
5. Una solución de cianuro proveniente de una descarga incompleta de un tanque contenedor ISO fue supuestamente vertida al costado de un camino, luego de que el camión de transporte saliera de una mina del Territorio del Norte de Australia, en 2002.
6. A causa de una confusión sobre la cantidad de válvulas de la planta de cianuro de la mina San Andrés, en Honduras, se descargaron 1.200 litros de solución de cianuro en el río Lara, en enero de 2002.
7. Agua contaminada con cianuro ingresó en el río Asuman desde la mina de oro Tarkwa en el distrito de Wassa West, en Ghana, en octubre de 2001; a causa de ello murieron peces y debió interrumpirse el suministro local de agua. Otra descarga en el río, proveniente de un pozo de ventilación, en enero de 2003, reavivó las preocupaciones por la salud y la seguridad de la comunidad. No obstante, más tarde, se probó que el agua era potable.
8. En febrero de 2007, en el Territorio del Norte de Australia, un tren de carretera, que incluía tres contenedores de 20 toneladas con cianuro de sodio, volcó y produjo derrames de gránulos al costado del camino y en un curso de agua estancada. Casi todo el producto derramado fue recogido, el agua y el suelo que se habían contaminado se limpiaron y los residuos se desecharon en un lugar cercano a la mina.

Muchas minas de oro aplican técnicas de destrucción de cianuro para reducir el riesgo de impacto ambiental en las deposiciones de derrubios. La concesión de Granites queda a 550 kilómetros al noroeste de Alice Springs y pertenece a la compañía Newmont Tanami Operations (NTO), que también la explota. Realiza operaciones desde mediados de la década de 1980. Al principio, los derrubios se depositaban en instalaciones de almacenamiento de derrubios (TSF) convencionales en campos. Luego, esta práctica se expandió al desecho de derrubios dentro de la propia cantera. Este sistema presenta la ventaja de almacenarlos en un depósito seguro, llena un vacío que, de otro modo, quedaría abierto y reduce la posible mortalidad en la naturaleza, especialmente, de aves.

Para depositar los derrubios en la cantera, la pasta de derrubios se bombea y se descarga en uno de los numerosos huecos de la cantera generados por la explotación. El agua de procesamiento se recupera desde las canteras y se reutiliza a través del circuito de procesamiento. La pasta de derrubios se bombea cuando contiene un 60% de sólidos y 130 miligramos por litro de cianuro WAD en la planta procesadora. Si no se realizan los controles adecuados, los niveles de cianuro WAD pueden acarrear riesgos para los seres vivos y para la calidad del agua subterránea. La región de Tanami está situada al este de la vía de vuelo asiático-australiana de las aves costeras migratorias. Desde principios de 2005, se han realizado verificaciones diarias en la concesión de Granites y se han detectado 12 de las 43 especies enumeradas en el Plan nacional para la conservación de las aves costeras en Australia, de 1993. Unas tres especies más se encuentran probablemente en la zona durante su migración, pero no han sido avistadas en la concesión. Las Normas de Newmont para el manejo de derrubios establecen que las actividades relacionadas con los derrubios no deben producir impactos en el agua subterránea.

Existen impactos ambientales potenciales vinculados a la deposición de derrubios en la cantera en la región de Tanami: mortalidad de fauna por cianosis y contaminación del agua subterránea. El agua de los alrededores de la cantera Bunkers Hill exhibe niveles de salinidad de salobre a salada. La deposición de derrubios en la cantera Bunkers Hill resultará probablemente en una infiltración salina del lecho de roca que la rodea, que será detectable a una distancia de hasta 250 metros de la cantera. La acumulación de derrubios en la cantera Bunkers comenzó en junio de 2007 y, hasta la fecha, solo se detectó agua subterránea contaminada en una interceptación de filtración de una perforación. Hasta el momento, no hay evidencias de conectividad entre el agua subterránea de los alrededores y otras interceptaciones de filtración o perforaciones de vigilancia de la cantera. Esto puede cambiar a medida que aumenten los derrubios en la cantera. Por lo tanto, las perforaciones se vigilan de manera rutinaria (véase LP **Cianuro**, p. 60).

Se cree que los posibles impactos pueden manejarse si se aplica una tecnología de destrucción de cianuros, si se instala un sistema de interceptación de filtraciones y si el manejo y la vigilancia son cuidadosos.



Un ejemplo internacional de prácticas innovadoras en varias esferas, incluidos el cianuro, el desecho de derrubios y la gestión ambiental en general, es la mina de oro Chatree, en Tailandia, considerada la mina más segura del mundo, un logro notable para una mina situada en una región económica emergente.

MINA: mina de oro Chatree

UBICACIÓN: Pichit, Tailandia

DESCRIPCIÓN BREVE: minas de oro a cielo abierto

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: seguridad; compromiso comunitario; operaciones de una empresa internacional en un país en desarrollo

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Participación de la comunidad

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN:

la mina Chatree es la explotación minera más grande de Tailandia. La empresa a cargo de la explotación es Akara Mining, una subsidiaria tailandesa de la Kingsgate Consolidated Limited, una compañía australiana. La mina brinda un excelente ejemplo de cómo pueden trabajar empresas extranjeras en países en desarrollo. Aspectos más destacables:

- El 99% de los 1.000 trabajadores son tailandeses.
- Durante seis años no ha habido perjuicios por pérdida de tiempo (15,3 millones de horas trabajadas).
- Las mujeres ocupan el 31% de los puestos administrativos.
- La empresa realiza una inversión importante en educación y capacitación mediante becas, apoyo a la formación minera en universidades tailandesas y otras iniciativas.
- Recibió el Premio nacional de Salud, Seguridad y Medio Ambiente de Tailandia y el premio Relaciones Laborales del Primer Ministro por quinto año consecutivo.

Tailandia es un país que plantea desafíos a las compañías mineras en cuanto a la obtención del acceso a los recursos minerales. Las ONG y los grupos de acción comunitaria son activos. Consciente de esta atmósfera general en contra de las explotaciones mineras, Akara trabajó muy especialmente en las relaciones comunitarias. En 2007, Kingsgate se convirtió en la única empresa minera en el mundo en obtener la acreditación de Responsabilidad Social SA 8000, que conserva hasta el día de hoy. El 60% de las ganancias mineras van directamente a las provincias locales y a los ayuntamientos de los pueblos. Esto totalizó \$4,5 millones en 2009.

La compañía ha trabajado para cumplir con varias normas y códigos, incluidas las normas ISO 9001; ISO 14001; OHSAS 18001; ISO 17025; la acreditación SA 8000 y el Código Internacional para el Manejo del Cianuro.



Figura 4.7 Rehabilitación progresiva del vertedero de desechos en Chatree

Vigilancia durante las operaciones

En términos sencillos, la vigilancia y las auditorías son procesos elaborados para ayudar a una compañía minera a alcanzar un buen rendimiento en desarrollo sostenible y a verificar que esto se ha realizado. En términos más amplios, pueden incluir el seguimiento del progreso a lo largo del tiempo, la determinación del cumplimiento de los objetivos o normas acordados y procedimientos de evaluación comparativa y de rendimiento respecto a otras operaciones mineras.

¿Qué significan “vigilancia y auditoría”?

La vigilancia es la obtención, el análisis y la interpretación de información para evaluar el rendimiento. Los ejemplos usados comúnmente en la industria de recursos incluyen vigilancia de la calidad del agua, impactos en la flora y la fauna (así como la recuperación tras la implementación de medidas de control o de rehabilitación), aspectos sociales y de desarrollo comunitario, calidad del aire, ruido, vibraciones, emisiones de gases de efecto invernadero y el grado de cumplimiento de los objetivos de rehabilitación y uso final de la tierra.

La auditoría revisa sistemáticamente los procedimientos y los resultados de la vigilancia y verifica que se han satisfecho o completado todos los compromisos por medio del contraste de los hallazgos de la auditoría con los criterios de auditoría acordados. La auditoría puede ser realizada internamente por expertos en disciplinas específicas que verifiquen los métodos o los logros en comparación con las normas de la compañía, o externamente, por un consultor o experto independiente que compruebe la transparencia y agregue valor al proceso de auditoría.

Muchas operaciones mineras y petroleras elaboran sistemas de gestión integrada, que pueden abarcar el medio ambiente, la salud y la seguridad, las relaciones con la comunidad y otros aspectos, como la planificación y la construcción o la contabilidad financiera. Algunos ejemplos los brindan el sistema de gestión de seguridad, salud, medio ambiente y comunidad de Anglo Coal, la guía de HSE de BP, el sistema de operaciones de excelencia de Atlantic Richfield Oil Company, el sistema de gestión de salud, seguridad, medio ambiente y comunidad de BHP Billiton y el sistema de gestión integrada de Oxiana (OXims) aplicado por la compañía Minerals and Metals Group (anteriormente, Oxiana). Estos sistemas pueden auditarse regularmente por auditores internos o por auditores externos nombrados por la compañía. En algunos casos, las instituciones crediticias que financian las operaciones mineras son las que realizan las auditorías.

Los resultados de las auditorías de la compañía Minerals and Metals Group (MMG) ayudan a cumplir con sus obligaciones sociales y ambientales (incluidas las obligaciones legales y contractuales) así como con las normas voluntarias de prácticas y comportamiento definidos por la propia compañía, según las normas de Oxims. Las normas de Oxims se pueden aplicar en todas las etapas de la vida de la mina (diseño de la exploración, alcance, factibilidad y proyecto; construcción; explotación; cierre y vigilancia postcierre). Las normas son una guía para los equipos del proyecto, el personal de las operaciones y los especialistas técnicos.

Los resultados de las auditorías también destacan para el Comité Ejecutivo y la Junta las deficiencias o riesgos materiales que pudieran tener un impacto significativo en la reputación o en la solidez financiera del negocio desde una perspectiva de responsabilidad social y ambiental. Más importante aún, este tipo de auditoría también integra las áreas de salud, seguridad, medio ambiente y comunidad en los principales procesos y tomas de decisiones comerciales (véase LP **Vigilancia**, p. 96).

En aquellas situaciones donde existe un cierto número de operaciones mineras, incluidas minas cerradas o abandonadas sobre las que ninguna compañía tiene una responsabilidad de gestión continua, puede ser necesario aplicar una vigilancia conjunta con entes reguladores. Un excelente ejemplo de vigilancia por parte de un ente regulador se encuentra en el Territorio del Norte de Australia. El Departamento de Desarrollo Regional, Materias Primas, Pesca y Recursos Regionales lleva a cabo un programa de vigilancia ambiental de verificación de la calidad del agua para hacer el seguimiento y regular el rendimiento ambiental de determinados emplazamientos mineros que han sido identificados como de alto riesgo ambiental en relación con la gestión hídrica. Esto es particularmente importante dada la intensidad del clima de régimen monzónico con estaciones húmeda y seca en la región del norte de Australia y el aislamiento relativo de las operaciones mineras en Australia central.

Este programa de vigilancia comprende la obtención de muestras de aguas superficiales y subterráneas y, en algunos casos, de sedimentos y biológicas (macroinvertebrados y peces) y la instalación de registradores automáticos. Además, se diseñan programas específicos para realizar una evaluación amplia de los posibles impactos en cuencas mayores desde múltiples fuentes puntuales de operaciones mineras. El programa sirve como herramienta de comparación para evaluar de manera independiente los datos informados por los operadores y evaluar cómo realizan el seguimiento en relación con sus compromisos según la *Ley de Gestión Minera del Territorio del Norte* de 2001.

Para garantizar un muestreo de alta calidad, el Gobierno del Territorio del Norte ha adquirido un módulo construido a medida y montado en un vehículo caravana 4WD, localmente conocido como el "camión laboratorio", cuyas funciones superan considerablemente a la vigilancia que se realiza al aire libre. El módulo ofrece un espacio controlado que disminuye significativamente la contaminación de las muestras de agua con partículas del aire e impide la oxidación de la muestra porque se evita su exposición al aire. Esto es de particular importancia cuando se evalúan operaciones en las que los límites de la contaminación pueden ser cercanos a los niveles de base, por ejemplo, en el Parque Nacional Kakadu.

El departamento ha observado que una interacción regular con los operadores de la mina es beneficiosa para garantizar que la vigilancia ambiental se vincule eficazmente con las estrategias de gestión dentro del sistema de gestión ambiental del operador. Además, este enfoque cooperativo y repetitivo brinda garantías a la comunidad de que los intereses ambientales se abordan de modo adecuado e independiente (véase LP **Vigilancia**, p. 23).



Figura 4.8 El “camión laboratorio” del Territorio del Norte

Sustancias peligrosas

Introducción

Entre las sustancias peligrosas utilizadas y los desechos peligrosos generados en los emplazamientos mineros y de procesamiento de minerales se encuentran:

- Ácidos (sulfúrico, clorhídrico). El contacto con líquidos o vapores de ácidos fuertes es peligroso para la salud humana y también puede causar daños estructurales en una instalación. Las descargas de ácidos al medio ambiente pueden tener efectos directos en la biota pero, además, pueden solubilizar y, por lo tanto, liberar tóxicos de metales pesados, como se describe en el manual *Manejo del drenaje de ácidos y metales*.
- Cianuro de sodio para la recuperación de oro en operaciones mineras grandes. El manual *Manejo del cianuro* suministra amplia información sobre los cianuros de sodio y de calcio, con particular énfasis en la toxicidad en mamíferos y los consiguientes impactos ambientales. Respecto del medio ambiente, el ejemplo de la mejor práctica es la adhesión al Código Internacional para el *Manejo del Cianuro*, que suscriben las principales organizaciones de minería aurífera. El Código abarca el transporte de la producción, el uso y la eliminación de los cianuros. El riesgo de envenenamiento por cianuro se produce por ingestión, por exposición a vapores y rociados y por contacto con las soluciones en los lugares de trabajo. Debe destacarse que, aunque se genere una pequeña cantidad de cianhídrico cuando el cianuro de sodio entra en contacto con el aire húmedo, solo una persona de cada dos (por razones genéticas) es capaz de detectar el olor del ácido cianhídrico.

- Mercurio para la recuperación del oro en operaciones pequeñas/artesanales. En otras operaciones mineras, deben vigilarse habitualmente las concentraciones de mercurio en los lugares de trabajo, si existe posibilidad de exposición, por ejemplo, por desorción térmica de mercurio metálico. Esto puede ocurrir cuando se tuestan menas (algunos concentrados de zinc, por ejemplo) que contienen trazas de mercurio. En el manual *Evaluación y gestión del riesgo*, se presenta un estudio de caso de reducción de la contaminación por mercurio proveniente de la minería artesanal. La compañía minera que opera en las proximidades brindó asistencia a través del Proyecto Mundial sobre el Mercurio de la Organización para el Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas.
- Residuos o soluciones de iones o complejos metálicos de cobre, plomo, zinc, níquel, hierro, arsénico, mercurio y cadmio. Normalmente, el objeto de un proyecto minero es la extracción de metales, pero el peligro puede surgir por la presencia de subproductos tóxicos (por ejemplo, arsénico y cadmio) o por la liberación de metales causada por acidificación, como se describe en el manual *Manejo del drenaje de ácidos y metales*.
- Tiosulfatos, politionatos, también resultantes del agua ácida de la mina o de soluciones provenientes de los procesamientos. El ditionito de sodio produce dióxido de azufre en solución y puede ser almacenado en los emplazamientos mineros como una alternativa a la producción de dióxido de azufre gaseoso. Una humidificación accidental del ditionito genera una reacción exotérmica que puede producir vapores de dióxido de azufre.
- Reactivos químicos (ácidos, álcalis, espumantes y colectores, modificadores, floculantes y coagulantes que contienen sales de aluminio y hierro y polímeros orgánicos). Con estas sustancias, es necesario recurrir a las Fichas de datos de seguridad del material, para obtener información que permita implementar la mejor práctica.
- Compuestos de nitrógeno provenientes de los materiales explosivos. En espacios confinados, los productos de la combustión de los explosivos nitrogenados, predominantemente ANFO en la actualidad, deben ser dispersados antes de que se retome el trabajo en la zona afectada. Las mejores prácticas consisten en ventilar y vigilar adecuadamente la atmósfera del lugar de trabajo, más que en el uso de equipos de protección personal.
- Aceites y combustibles utilizados en motores, generadores de electricidad y para lubricación. Los hidrocarburos pueden causar dermatitis de contacto, pero su principal peligro es el fuego. Como en los emplazamientos mineros pueden llegar a acumularse cantidades considerables de hidrocarburos, su presencia constituye también un peligro en términos de seguridad, porque pueden ser blanco de un ataque. Existen también los posibles impactos en el medio ambiente debidos a derrames, fugas en los tanques de reserva y vertidos accidentales.
- Suspensiones de suelo, agua de la mina, drenaje superficial y efluentes de los procesos. Las reglamentaciones estatales y territoriales regulan los vertidos en cuencas hidrográficas y en masas de agua, pero las mejores prácticas deberían ir más allá del mero cumplimiento y buscar oportunidades para evitar daños ambientales y mejorar la calidad del agua.
- PCB de los transformadores El *Plan de manejo de PCB* de Australia (1996) ha sido incorporado en las reglamentaciones estatales y territoriales.

Como resultado de esfuerzos previos para eliminar los PCB, actualmente muchos aceites para transformadores son soluciones diluidas de PCB en parafina. Si el contenido de PCB es de 50 mg/kg (50 ppm) o más, el material debe ser tratado para destruir los PCB y disminuir su concentración a 2 ppm o menos. Aunque la eliminación gradual completa se produzca recién dentro de algunos años, la mayoría de los aceites que contienen PCB se han retirado del uso y han sido tratados según las normas.

- Amianto proveniente de los emplazamientos mineros, incluido el AC (cemento de amianto) de las tejas de las viejas construcciones. En la actualidad, es muy raro que se empleen revestimientos incombustibles de amianto en las cañerías pero algunas plantas mineras antiguas pueden contener todavía este material. Las reglamentaciones estatales y territoriales imponen restricciones sobre su retirada y eliminación.
- Pinturas, pesticidas y productos químicos de laboratorio sobrantes. Las pinturas al aceite almacenadas constituyen un riesgo de incendio. Por su parte, los plaguicidas y productos químicos de laboratorio pueden afectar la salud humana y/o el medio ambiente. Los contenedores de productos químicos pueden contener residuos químicos de riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Deben ser eliminados de manera segura. Los contenedores limpios pueden no ser peligrosos. El programa DrumMuster dispone de opciones de recogida y reciclado de los contenedores plásticos o metálicos que se utilizan para el suministro de plaguicidas.
- Solventes utilizados en las plantas de extracción. Los solventes a base de hidrocarburos, como el queroseno, se utilizan en las plantas de extracción para separar iones metálicos que forman complejos. Al igual que los productos derivados del petróleo descritos arriba, los solventes son peligrosos por su inflamabilidad y también suponen un riesgo en términos de seguridad.

Manejo del drenaje de ácidos de minas

Si bien el drenaje de ácidos se vincula normalmente a minas metalíferas de roca dura, también puede ocurrir en minas de carbón y en minas de arenas minerales. La mina **Cloverdale** es una de las varias minas de arenas minerales que opera la empresa Iluka Resources Limited (Iluka) en el sudoeste de Australia Occidental. Las minas se hallan en suelos arenosos profundos formados por eventos de regresión y transgresión marina hace entre 1,5 y 2,3 millones de años. El AMD es un riesgo potencial en estos emplazamientos y se vincula característicamente a material pirítico framboidal de grano fino que se halla en las paredes de las canteras, en las menas y en el material de la superficie del yacimiento.

En la mina Cloverdale, en las primeras etapas de la planificación se llevó a cabo un estudio detallado para mapear el alcance de los materiales generadores de ácidos en el yacimiento y en las zonas adyacentes. Los resultados del estudio y un modelo tridimensional de los materiales generadores de ácidos ayudaron a los administradores de la mina a comprender mejor el posible alcance de las cuestiones relativas al AMD en el emplazamiento de Cloverdale. Los planificadores de la mina han utilizado esta información, durante la elaboración del calendario minero, para minimizar el impacto del AMD vinculado al bombeo y desagüe en la cantera, a las actividades mineras y a la manipulación de materiales generadores de ácidos. También se utilizó esta información para estimar los costes del manejo del AMD (por ejemplo, el tratamiento) durante las operaciones y el impacto económico general del AMD en el proyecto. Además, se elaboró un plan de manejo del AMD para el emplazamiento, con el fin de suministrar una base para el manejo diario de los materiales generadores de ácidos a lo largo de la vida de la mina (véase LP **Ácido**, p.41).



Figura 4.9 Control geológico para separar materiales generadores de ácidos

Un enfoque de evaluación del riesgo, como el que se describe en la sección 7.1 del Manual de riesgos y en el estudio de caso de **Tom Price** (véase LP **Ácido**, p. 44), puede brindar información para el diseño de nuevos proyectos que garanticen que la próxima generación de minas tenga las mejores posibilidades de manejar eficazmente el AMD y mejorar el desarrollo sostenible. Se sabe que en la provincia de Hamersley de Australia Occidental el drenaje de ácidos y metales, así como los problemas de combustión espontánea (autocalentamiento), provienen de filones de menas ferruginosas de las que se desechan esquistos de Mount McRae (MCS) no oxidados. En el estado no oxidado, los MCS son esquistos negros, carbonáceos, que contienen sulfuro (esquistos negros piríticos), que constituyen un riesgo de AMD y de autocombustión.

El manejo del esquisto negro pirítico en Tom Price, y en todos los demás emplazamientos de menas ferruginosas de Tinto en la provincia de Hamersley, se realiza según un plan de manejo del esquisto negro. La estrategia que se aplica según el plan se basa de modo general en los siguientes principios: 1) identificación de la distribución y características del esquisto negro; 2) reducción al mínimo de la exposición y de la extracción de esquisto negro pirítico; 3) identificación y manipulación cuidadosa del esquisto negro pirítico que deba extraerse; 4) encapsulamiento del esquisto negro pirítico en vertederos de roca inerte de desecho para limitar el contacto con el agua y permitir que vuelvan a crecer plantas en los vertederos y/o 5) colocación del esquisto negro pirítico por debajo de las napas freáticas en canteras abiertas rellenadas. Según la evaluación, el plan ha resultado exitoso para la prevención de combustiones espontáneas. Sin embargo, respecto del AMD, se concluyó que la oxidación pirítica puede ocurrir todavía en los vertederos y generar contaminantes que podrían producir el AMD. En consecuencia, Rio Tinto Iron Ore ha iniciado una minuciosa estrategia de mitigación y manejo del AMD con el objetivo de preservar los valores ambientales de los recursos hídricos regionales.



Figura 4.10 Esquistos negros en Tom Price

Riesgos de las operaciones mineras

Introducción

De manera general, los riesgos ambientales y económicos de las explotaciones mineras se identifican y gestionan bien, pero los riesgos sociales siguen constituyendo un reto para las industrias de los minerales. El riesgo social puede manifestarse de varias maneras: cuestiones relacionadas con los indígenas, desarrollo comunitario, aspectos relativos a la mano de obra, etc.. A menudo, las relaciones entre los riesgos sociales, ambientales y económicos no están claramente definidas o no son fáciles de esclarecer, pero igualmente deben integrarse en la gestión del riesgo para garantizar que la industria minera contribuya activamente al desarrollo sostenible.

La mina **Argyle** brinda un ejemplo de aplicación de la gestión del riesgo en una operación compleja a nivel técnico, geográfico, ambiental y social (véase LP **Riesgo**, p. 10). En diciembre de 2005, Tinto aprobó una gran inversión para extender la mina de diamantes Argyle en una operación subterránea de derrumbe en bloque. Como podía esperarse de una inversión de esta envergadura, el estudio de factibilidad incluyó una evaluación exhaustiva del riesgo, que abarcaba todos los aspectos del proyecto. Estos comprendían no solo los riesgos financieros y técnicos relacionados con el cambio a un nuevo método de explotación minera, sino también las implicaciones ambientales y sociales. El equipo responsable de la evaluación de estas implicaciones para el desarrollo sostenible se concentró particularmente en los impactos que la decisión tendría en dos comunidades. La primera es la población regional mayoritariamente indígena del este de la zona de Kimberley, donde se localiza la mina, y la segunda es la gran cantidad de gente que participa en el proceso de corte de los diamantes de Argyle, en India (aproximadamente unos 220.000 trabajadores). Con el objetivo de tratar los riesgos y las oportunidades sociales para ambas comunidades, se organizaron talleres por equipos. Sus resultados se integraron inmediatamente en el registro general de riesgos del proyecto. Se elaboraron nuevos controles para áreas clave y se recalcularon los

riesgos residuales. Los riesgos sociales se encontraban entre los grupos con mayor calificación de todo el proyecto. En la medida en que la industria integre aspectos de desarrollo sostenible en sus procesos de toma de decisiones, el tratamiento de los riesgos y oportunidades socioeconómicos externos será cada vez más importante. La "incorporación" de estas cuestiones en los procesos de gestión del riesgo refleja su significado e importancia para la mayoría de las grandes operaciones de explotación y procesamiento.



Figura 4.11 Mina de diamantes Argyle

Gestión del riesgo ambiental

El riesgo ambiental puede definirse de dos maneras. En primer lugar, y más comúnmente, el riesgo ambiental puede definirse en términos del impacto de las actividades de exploración, minería o procesamiento de los minerales en el medio ambiente. En segundo lugar, el riesgo ambiental puede ser pensado en términos de factores ambientales o de "casos fortuitos" que pueden presentar un riesgo respecto de la sostenibilidad de la operación. Por ejemplo, precipitaciones intensas que inunden una mina o hagan desbordar el agua destinada a procesamiento, o por el contrario, un largo período de sequía durante el cual no se pueda satisfacer la demanda de suministro de agua.

Los riesgos ambientales de una operación minera y sus posibles impactos en el medio ambiente y en la comunidad local pueden a su vez causar una variedad de impactos económicos: en la salud de la comunidad, indignación pública que dañe la reputación, costes de cierre y rehabilitación y riesgos de legado tras el cierre.

También pueden surgir oportunidades para el ambiente natural a partir de los riesgos. Por ejemplo, en una región en donde la comunidad practique minería artesanal y a pequeña escala, la empresa puede compartir sus conocimientos y herramientas con estos mineros artesanos para reducir los impactos que producen en la comunidad y en el ambiente natural. La empresa AngloGold Ashanti está ocupándose de esta cuestión en varias de sus explotaciones en África (véase LP **Riesgo**, p. 20). La compañía investiga la posibilidad de permitir que los mineros artesanos trabajen en zonas de su tierra donde no haya suficiente oro como para justificar una explotación comercial, pero en las que una explotación a menor escala podría ser exitosa. Ello ayudaría a legitimar la minería artesanal, promover la comunicación con las comunidades locales y reducir las perturbaciones para las operaciones de la compañía.

AngloGold Ashanti también planea ayudar a reducir la contaminación por mercurio proveniente de la minería artesanal ofreciendo tecnologías más limpias a los mineros, en asociación con el Proyecto Mundial sobre el Mercurio para el Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas.



Figura 4.12 Minería artesanal en Tanzania

Administración responsable

La licencia social de la industria minera para funcionar, así como para comercializar y desarrollarse, se encuentra bajo creciente presión porque las comunidades están más capacitadas, disponen de más información y se han vuelto más conscientes. También hay una presión adicional de los usuarios ulteriores de los productos provenientes de la industria minera. Estos procesadores, fabricantes, usuarios y recicladores reciben presión de las partes interesadas para que identifiquen las fuentes de origen de sus productos.

Se prevé una gran expansión del mercado mundial del uranio a causa del aumento esperado de su demanda mundial. Ello hace subir el precio del uranio y aumenta el reconocimiento de los beneficios potenciales de la energía nuclear respecto del efecto invernadero. La gestión a largo plazo de los desechos nucleares es un tema de administración responsable que exige que la industria, los gobiernos y las comunidades logren acuerdos sobre técnicas de tratamiento y emplazamientos adecuados para depósitos. Hasta el momento, tales acuerdos se han alcanzado en algunos, pero no en todos los países pertinentes (véase LP **Administración responsable**, p.6).



Figura 4.13 Emplazamiento minero de uranio Beverly en Australia Meridional

Las operaciones mineras y de fundición de Mount Isa, pertenecientes a Xstrata, son mundialmente conocidas. A diferencia de muchas operaciones mineras de Australia, la de Mount Isa se halla muy cerca de su comunidad y, por lo tanto, sus actividades se encuentran bajo escrutinio constante. Mediante la adopción de prácticas innovadoras en la administración responsable de los materiales, la compañía puede probar sus méritos de sostenibilidad y reducir costes (véase LP **Administración responsable**, p.22). Xstrata Copper está demostrando su compromiso con la administración responsable de los materiales y su integración en las operaciones mediante:

- El aumento de la recuperación de dióxido de azufre (SO_2) de la fundición de cobre en las minas de Mount Isa y su conversión en ácido para uso en la industria de fertilizantes
- La optimización del rendimiento de la planta de ácido que, así, reduce la necesidad de introducir azufre
- La disminución de emisiones fugitivas de SO_2 y, en consecuencia, el aumento de la disponibilidad de SO_2 para convertirlo en ácido
- La utilización de un desecho de la refinería de cobre de Townsville para el funcionamiento de un precipitador electrostático (ESP) de polvo; esto maximiza la recuperación de cobre y, al mismo tiempo, genera un uso beneficioso de un desecho e integra a la fundición las instalaciones de procesos posteriores de la cadena de producción.

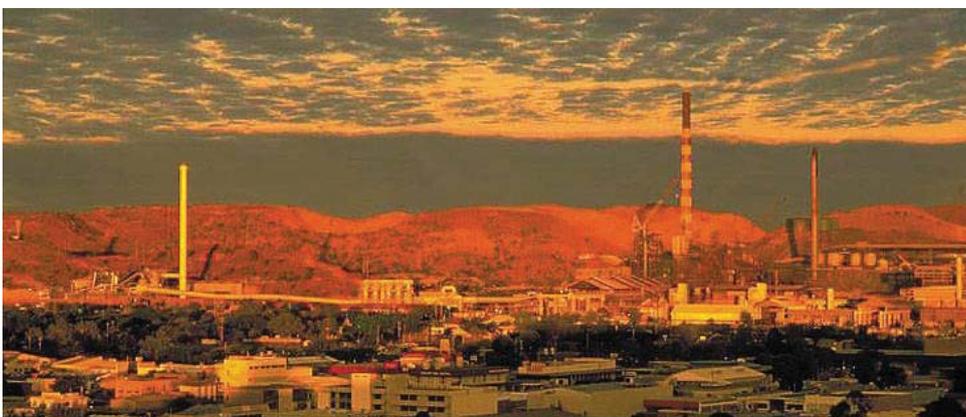


Figura 4.14 Fundición de cobre y planta de ácido en Mount Isa

Un ejemplo internacional de administración responsable o de uso de técnicas innovadoras para la extracción de recursos lo brinda la región de minas de carbón de Quang Ninh en el norte de Vietnam. Mediante una extracción de tajo largo eficiente, los fondos excedentes se utilizan para la rehabilitación de viejas pilas de escombros.

MINA: minas subterráneas y a cielo abierto de carbón

UBICACIÓN: provincia de Quang Ninh, Vietnam

DESCRIPCIÓN BREVE: aplicación de nueva tecnología en extracción subterránea de carbón en Vietnam

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: utilización de recursos; implementación de nuevas tecnologías/gestión del riesgo

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN:

la explotación subterránea se realiza en la provincia de Quang Ninh, en Vietnam, desde principios del siglo XX. Sin embargo, a causa de las complicaciones debidas a las condiciones geológicas/ geotécnicas/ mineras y de un equipamiento obsoleto, la producción de carbón en Quang Ninh se mantuvo entre 4 y 6 millones de toneladas por año, durante varios años. En aquella época, la mayor parte de los frentes de tajo largo se sostenían con puntales de madera, lo que producía pobres resultados y baja productividad y una mala gestión de las normas de seguridad. Desde la década de 1990, la Vietnam National Coal - Mineral Industries Holding Corporation Ltd. (VINACOMIN) ha aplicado ciencia avanzada y nueva tecnología en prácticamente cada etapa de la producción minera, incluidos la extracción de carbón, la construcción de caminos, el transporte subterráneo, el manejo del gas, la ventilación, la degradación del agua y la protección del medio ambiente, con el fin de mejorar la producción de carbón y la gestión de la seguridad. Las últimas mejoras incluyen: la aplicación de puntales hidráulicos, de escudetes hidráulicos de larguero móvil o de escudetes mecanizados para reemplazar los puntales de madera que sostenían el frente de tajo largo; nuevos tipos de transporte en las minas, como máquinas transportadoras, transportadores colgantes, transportadores extensibles, que han comenzado a utilizarse para reemplazar los transportes ineficientes de la mina subterránea, como los vagones impulsados por locomotoras; algunos tipos de transporte subterráneo para los trabajadores como montacargas que ayudan a los obreros que caminan en las minas subterráneas, montacargas continuos para transportar a los mineros desde la superficie a sus puestos de trabajo, con el objetivo de disminuir el tiempo y minimizar el impacto en la salud de los empleados. En la actualidad, se ha determinado el contenido de gas de los filones de carbón del yacimiento de Quang Ninh, y se ha establecido y clasificado una base de datos de los filones de carbón según su contenido de gas. Esta puede ayudar a los planificadores de la mina a elaborar las estrategias para prevenir el posible problema de las combustiones espontáneas en las minas subterráneas. Además, casi todas las minas subterráneas de carbón se han equipado con puestos de detección de metano para vigilar el contenido de gas subterráneo y, así, prevenir posibles problemas. Estas mejoras han resultado en un aumento drástico de la producción de carbón, de la productividad, de la recuperación de carbón y de las normas de gestión de la seguridad. Por ejemplo, la producción de un frente de tajo largo aumentó desde las 40.000 a 60.000 toneladas por año (el frente sostenido por puntales de madera) a aproximadamente entre 250.000 y 500.000 toneladas por año, y la productividad aumentó de 2,5 a 3,0 toneladas/producción por hombre-turno a entre 15,0 y 20,0 toneladas/producción por hombre-turno.

El carbón total producido por VINACOMIN aumentó rápidamente, desde los 9 millones de toneladas en 1995 a los 44,4 millones de toneladas en 2009 (un índice de crecimiento anual del 15% al 20%). Además, como el carbón del frente se extrae y se carga en la transportadora con máquinas y no manualmente, y los frentes están sostenidos por escudetes mecanizados de alta capacidad de carga, las condiciones de trabajo de los mineros y las normas de gestión de la seguridad han mejorado mucho. Las experiencias de la extracción subterránea de carbón en Vietnam han probado que se puede lograr desarrollo sostenible en las operaciones mineras si se aplica tecnología avanzada con tendencia a la mecanización, automatización e informatización.

Los beneficios para la comunidad comprenden:

- Extracción de un recurso valioso que, de otra manera, permanecería bajo tierra.
- Muchos puestos de trabajo para la comunidad local.
- Al continuar con las operaciones de la mina subterránea, se dispone de fondos para la rehabilitación de los vertederos mineros adyacentes en superficie (figura 4.16)



Figura 4.15 Frente de tajo largo sostenido por escudetes mecanizados, con extracción por máquina cortadora en las minas de carbón de Vangdanh, en 2007

* Contribución de: Hong Quang - Vinacomin



Figura 4.16 Vista de la Bahía Ha Long desde lo alto del vertedero de desechos

Manejo de derrubios durante las operaciones mineras

Justificación económica de las prácticas innovadoras en el manejo de los derrubios

La justificación económica para aplicar prácticas innovadoras en el manejo de los derrubios es imperiosa. El fracaso o el pobre rendimiento de las instalaciones de depósito de derrubios puede tener un profundo impacto en los balances de la compañía. En casos extremos, los fallos en las instalaciones de depósito de derrubios han deteriorado gravemente los valores bursátiles, porque el mercado anticipa los costes de la limpieza, de la interrupción de las operaciones y del posible cierre de la mina. A esto se agrega la pérdida de reputación de la compañía y de la licencia social para funcionar. El coste de los sistemas de prácticas innovadoras en el manejo de derrubios queda más que compensado por la reducción del riesgo de un accidente grave.

Un análisis económico convencional puede conducir a minimizar la inversión inicial de capital y posponer los costes de rehabilitación. El análisis del valor actual neto no tiene en cuenta el coste actual de futuros gastos de la gestión del cierre, la rehabilitación y el postcierre. Por lo tanto, si se adopta una perspectiva de corto plazo, sin considerar los costes sociales y ambientales a más largo plazo, existe poca motivación para invertir más sustancialmente en la etapa de desarrollo con el fin de impedir o reducir desembolsos en la etapa de cierre. No obstante, existen muchas razones para aplicar prácticas innovadoras desde la primera etapa de la elaboración y para diseñar y operar la instalación de depósito de derrubios (TSF) de modo que optimice los resultados en el cierre. Diseñar y operar el cierre de una TSF puede evitar gastos significativos en movimientos de tierra para restablecer una topografía estable y sistemas de drenaje. Una rehabilitación progresiva, si es posible durante las operaciones, permite realizar el trabajo de rehabilitación mientras hay un flujo de dinero operativo y se dispone de gestión y recursos. La rehabilitación progresiva también puede reducir el coste de la garantía financiera exigida por los entes reguladores. El manejo de derrubios con prácticas innovadoras también acortará el tiempo necesario para la vigilancia y el mantenimiento en la etapa de postcierre.

Los derrubios son consecuencia inevitable de la mayoría de las operaciones mineras metalíferas y también de algunas minas de carbón, y del procesamiento industrial de los minerales. La gestión de una TSF expone a los administradores de la mina ante los aspectos de sostenibilidad más exigentes. De hecho, muchos cierres prematuros de minas se deben a fallos en las TSF.

Muchas compañías han aplicado prácticas innovadoras para reducir el riesgo de fallo de una TSF o el riesgo de impactos ambientales y comunitarios negativos por el polvo, etc.. Recientemente, por ejemplo, ha aumentado el uso del método de Robinsky o de descarga espesada central para el desecho de derrubios. La plataforma de la mina aurífera Sunrise (SDGM), ubicada a 55 km al sur de Laverton en Australia Occidental, comenzó a operar en 1997. Para el proyecto de una producción de 1,5 Mtpa, se había encargado una TSF "tipo prado" para pastas de derrubios convencionales de densidad media. En 1998, antes del desmantelamiento de 1999, hubo un aumento de los desechos al final de la producción. Se programó un proyecto de producción para aumentar de 2 Mtpa en 2000 a 3 Mtpa en 2003, y se decidió espesar los derrubios a una densidad mayor y cambiar el método de desecho por el de descarga espesada central (CTD) en una nueva ubicación. El área del diseño de la TSF con CTD en 1999 era de 300 ha; finalmente se extendió a 330 ha (véase LP **Derrubios**, p.55).



Figura 4.17 TSF en Sunrise Dam

Reducción, reciclado y reutilización de derrubios

De acuerdo con la jerarquía general del manejo de los derrubios, en primer lugar, las operaciones mineras deben reducir la producción de derrubios y luego, si es posible, reciclarlos y reutilizarlos. El objetivo debería ser un procesamiento de minerales más limpio y más específico, que reduzca la producción de derrubios. También se debería investigar cada posibilidad de reciclado y de reutilización. En muchos casos, los derrubios adquieren un valor propio, porque se procesan nuevamente o porque tienen otros usos industriales. Por esta razón, a menudo, se desaconseja que los derrubios se desechen de un modo tal que su recuperación o retratamiento resulten antieconómicos o impidan futuras actividades mineras. Los casos extremos serían el soterramiento de derrubios y los rellenos de canteras.

Históricamente, los derrubios de oro constituyen el primer ejemplo de un cambio de tecnología que permitió realizar un reprocesamiento viable y, actualmente esto se aplica a otros tipos de derrubios mineros.

Existe la posibilidad de utilizar algunos derrubios en aplicaciones industriales o ambientales y, así, reducir su almacenamiento. Por ejemplo:

- las porciones más finas de cenizas volantes, que se usan como puzolánico en la elaboración de cementos;
- las cenizas sedimentadas de las centrales eléctricas, que se utilizan como relleno inerte en la construcción;
- los barros rojos de la industria de la alúmina, que se usan como acondicionadores de suelos y para limpiar corrientes de agua contaminada;
- las cenizas de centrales eléctricas, que sirven para rellenar vacíos en las minas de carbón; y
- los derrubios de carbón, que funcionan como combustible de bajo grado.

En Australia, las operaciones de alúmina están empleando prácticas innovadoras para el desecho de derrubios; las operaciones de Alcoa en Australia Occidental constituyen un buen ejemplo de ello.

MINA: minas de bauxita Alcoa

UBICACIÓN: Australia Occidental

DESCRIPCIÓN BREVE: extracción minera superficial de bauxita

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: desecho de derrubios; rehabilitación, cierre y terminación

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Derrubios; Rehabilitación de minas; Cierre y terminación de minas

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN:

Alcoa World Alumina Australia produce actualmente 7,3 millones de toneladas de alúmina por año en sus refinerías de Australia Occidental instaladas en Kwinana, Pinjarra y Wagerup. Estas refinerías utilizan bauxita extraída de la cercana Cordillera Darling. Esta mena es de bajo grado según los estándares mundiales, pues se producen dos toneladas de residuos por cada tonelada de alúmina extraída.

El almacenamiento de este residuo constituye un gran reto ambiental. Las refinerías se encuentran cerca de grandes centros poblados y son adyacentes a algunas de las tierras más productivas del Estado. Producen volúmenes de desechos muy grandes y la alcalinidad de dichos desechos puede afectar los valiosos recursos hídricos superficiales y subterráneos.

Había numerosas razones ambientales y procedimentales para que, con los futuros desechos de derrubios no se optara por la técnica de almacenamiento de derrubios “húmedos” de baja densidad en grandes presas. A principios de la década de 1980, se comenzó a trabajar en técnicas alternativas y, en 1985, las refinerías Alcoa de Australia Occidental adoptaron el “apilado seco”. El apilado seco utiliza un superespesante de gran diámetro para deshidratar los derrubios finos, que luego se depositan en capas sobre las áreas de almacenamiento donde se terminan de deshidratar mediante una combinación de secado por drenaje y evaporación. Si se utiliza la fracción gruesa de los derrubios para construir capas de drenaje y presas perimetrales en la parte superior, la zona de almacenamiento puede construirse como una pila progresiva. Esto evita la necesidad de presas perimetrales de altura máxima y permite el apilamiento continuo en las áreas que previamente eran presas “húmedas”.

Labrar de modo rutinario el barro con equipos mecánicos se ha denominado “agricultura del lodo”. La agricultura del lodo ayuda a obtener una densidad máxima que permite que se cree una pila seca de pendientes externas máximas (se alcanza una fuerza mínima de 25 kPa si se permite mantener una pendiente externa de 6:1) y se maximiza la eficiencia de almacenamiento de la pila.

La agricultura del lodo también disminuye la posible generación de polvo, que es importante, dado que las refinerías se hallan cerca de áreas residenciales. Labrar la superficie expone una superficie húmeda, entierra carbonatos y genera una rugosidad superficial que evita que se desprenda polvo una vez que los derrubios se han secado.

El apilado seco de residuos de bauxita se aplica plenamente en las tres refinerías de Alcoa en Australia Occidental. Se han desarrollado varias técnicas operativas para optimizar los procesos de distribución y secado de la pasta que ahora se han convertido en prácticas estándares. En la actualidad se aprovechan las ventajas de la reducción de los riesgos ambientales y de los menores costes de almacenamiento general.



Figura 4.18 Utilización de una excavadora D6 para aumentar la velocidad de secado

Gestión hídrica

Justificación económica para la gestión hídrica

Existen claras razones económicas, ambientales y sociales para lograrla. Los impactos de una gestión hídrica por debajo de los estándares establecidos no solo pueden afectar a nivel local, sino que pueden extenderse rápidamente y convertirse en problemas nacionales e internacionales que consumen grandes cantidades de recursos. Con demasiada frecuencia, la gestión hídrica es reactiva y, como el agua está estrechamente vinculada a la variabilidad climática, existe un riesgo de que las prioridades de gestión queden muy ligadas a las condiciones climáticas, esto es, con una atención excesiva en períodos de escasez o de exceso y sin ninguna atención en otros momentos. Una mala gestión hídrica desde el punto de vista operativo tiene consecuencias financieras. El agotamiento del agua puede costar dinero por pérdida de la producción y elevados precios del agua. Si se gestiona mal el agua, se compromete la calidad del producto. Ambos riesgos pueden conducir a perder participación en el mercado. La mala gestión del exceso de agua puede acarrear multas, pérdida de reputación y dificultades en la obtención de aprobaciones ligadas al medio ambiente. Estos riesgos también pueden causar problemas con las comunidades locales y otros usuarios del agua, cuya resolución puede resultar muy cara a largo plazo. Una falta de atención a los servicios ambientales y sociales

vinculados al agua puede deteriorar la licencia social para funcionar.

Más allá de la operación, una mala reputación por la gestión hídrica puede contribuir a una pérdida de atractivo para los inversores, a la destrucción del valor para los accionistas, a la pérdida de acceso a otros recursos (aguas, menas, tierras) y de las licencias para funcionar y a encontrar dificultades para atraer y retener al personal fundamental. Estos riesgos estratégicos pueden ser mucho más perjudiciales en lo financiero que los riesgos a nivel operativo. La mina Bulga es un ejemplo de una empresa que gestiona estos riesgos.

La mina de carbón a cielo abierto Bulga, operada por Xstrata en Nueva Gales del Sur, ha dependido tradicionalmente del río Hunter para la extracción de agua con licencia de uso para los procesos de lavado y de extracción.

Tras un período de sequía extrema, en 2007, se percibió que la seguridad hídrica era un riesgo que debía abordarse. Por ello, se investigaron nuevas posibilidades de disminuir la dependencia del río, aumentar la seguridad hídrica y utilizar de manera más eficaz el agua almacenada en el emplazamiento. Como resultado, se emprendió una serie de nuevas iniciativas para mejorar la gestión hídrica in situ y aplicar procedimientos de conservación más eficaces. Las medidas incluyeron:

- Modelos de equilibrio hídrico a corto y largo plazo. Xstrata NSW contrató asesores en gestión hídrica para desarrollar modelos de equilibrio hídrico de corto y largo plazo que ayudasen a tomar decisiones diarias relativas a las transferencias de agua, los vertidos y la asignación de licencias (corto plazo), y para simular las necesidades de suministro, demanda y almacenamiento a lo largo de la vida de la mina bajo diversas condiciones climáticas (largo plazo).
- El modelo de equilibrio hídrico a largo plazo identificó los beneficios y el tamaño deseable de una reserva adicional de agua in situ que reduciría considerablemente la necesidad de extraer agua del río Hunter y de verter agua de la mina fuera del emplazamiento. Por ello, en la actualidad se construye una presa de 3.000 ML de capacidad para almacenar mejor los vertidos de los desechos mineros y utilizarlos en el proceso de lavado y de eliminación de polvo.
- Floculación de derrubios. Se instaló un sistema secundario de floculación en el sistema de derrubios de Bulga, que permite que el agua se escurra más rápido de los derrubios de carbón y, por lo tanto, aumentar la cantidad de agua disponible para reciclado. Esta medida también consolidó más rápido los derrubios de Bulga y proporcionó una superficie más estable para la rehabilitación.
- Reutilización de agua subterránea sin tratar. Históricamente, se utilizaban alrededor de 35 megalitros de agua del río Hunter por mes para eliminar polvo en la mina a cielo abierto, y para lavar y enfriar en el tajo largo subterráneo (Beltana) de Bulga y realizar las operaciones mineras.

Una vez que el agua se utiliza en la cavidad subterránea, la mayor parte dreña, se mezcla con el agua moderadamente salina del filón de carbón y

fluye por la perforación del bombeo y desagüe que vierte aproximadamente 50 ML/mes en el complejo sistema de agua sin tratar. Los análisis de los vertidos de la perforación de bombeo y desagüe mostraron que el agua era ligeramente dura, más salina y, en ocasiones, presentaba bastantes más sólidos en suspensión que el agua del río Hunter. Se determinó que, con un sistema apropiado de filtrado, una vigilancia y un decapado rutinario del tajo largo y de las maquinarias, podían reutilizarse los vertidos de la perforación de bombeo y desagüe en vez del agua del río Hunter. Entonces, se instaló un sistema de filtrado de limpieza automática AMID de 200 micrones.

Desde marzo de 2008, toda el agua sin tratar usada en la mina subterránea Beltana ha sido suministrada por la perforación de bombeo y desagüe de la cavidad. Así, se redujo la captación en el río Hunter sin afectar las actividades mineras.

Figura 4.19 Muestreo de agua en Bulga



Sistemas de gestión hídrica

No debe suponerse que una determinada operación necesita lograr prácticas innovadoras en todos los aspectos de sus actividades, dado que esto podría exigir un exceso de asignación y movilización de recursos (como gente y dinero) en relación con el beneficio que se obtendría. Potencialmente, esto podría restar esfuerzos a la gestión de otras áreas de prácticas innovadoras. Las operaciones deberían seleccionar las prácticas innovadoras que mitigan riesgos sobre la base de sus justificaciones económicas individuales, que deben manejarse conforme a sus necesidades de impulso económico, legal y de desarrollo sostenible y conforme a las necesidades de sus propietarios/accionistas.

Las operaciones de prácticas innovadoras realizan esta selección por medio de una evaluación basada en los riesgos de los aspectos clave de la gestión hídrica (como se demuestra en el estudio de caso del diagnóstico de Río Tinto). En la Tabla 4.1 se ilustran las tareas y responsabilidades características de la gestión hídrica en un emplazamiento minero.

Tabla 4.1 Tareas y responsabilidades características de cada equipo vinculado a la gestión hídrica en las operaciones mineras

Área	TAREA
Corporativa	Elaboración de un plan estratégico de gestión hídrica Interacciones con los gobiernos: aprobaciones Formulación de una estrategia de desarrollo sostenible, incluidos los informes de cumplimiento y externos Formulación y comunicación de las estrategias, procesos y planes de toda la compañía
Minería/operaciones	Manejo de depósitos, caminos y drenajes de modo de cumplir con las exigencias regulatorias de las licencias (no necesariamente, puede ser medio ambiente) Elaboración de planes y balances de gestión hídrica del emplazamiento Evaluación y gestión del riesgo hídrico Gestión de suministro/demanda Desagüe en canteras y en minería de avance Planes contingentes de manejo de inundaciones y sequía Eliminación del polvo (por lo general, de caminos, pilas de acopio y cintas transportadoras) Lavado de los vehículos (menor) Trabajos de construcción y mantenimiento Implementación del cierre. Agua y derrubios Incendios y agua potable
Manipulación y procesamiento de minerales	Separación de los minerales y los materiales de ganga Manejo de derrubios y material defectuoso Gestión de agua de procesamiento y de reciclado Eliminación del polvo. Pilas de acopio, cintas transportadoras y drenaje del área industrial.
Medio ambiente y comunidad	Planificación de la rehabilitación Planificación del cierre Vigilancia de los flujos y la calidad del agua Gestión de los ecosistemas del emplazamiento y sus alrededores Participación en la planificación hídrica regional y local Compromiso con los grupos de Propietarios Tradicionales, ONG, partes interesadas clave Informes corporativos: internos y externos

El diseño y la realización del sistema de gestión hídrica de toda operación se harán en función de los ámbitos corporativos, jurídicos, climáticos y de la comunidad local correspondientes. La gestión hídrica solo mejorará con el liderazgo personal y el mandato específico de una gestión ejecutiva y la participación proactiva de los responsables directos de la gestión hídrica, es decir, del gerente y el equipo del emplazamiento.

La metodología de diagnóstico “Excelencia en gestión hídrica” de Rio Tinto se ha elaborado para realizar una evaluación holística de la gestión hídrica de una operación (emplazamiento minero, fundición, etc.). El programa de compromiso pleno abarca la operación desde la evaluación inicial del rendimiento, basada en el riesgo de las áreas de rendimiento clave (KPA), hasta los talleres sobre oportunidades de reducción del riesgo y, finalmente, la planificación y la programación del proyecto de los planes de acción prioritarios. A fines de 2007, Rio Tinto aplicó esta metodología de diagnóstico en más de 25 de sus operaciones mundiales. Esto dio origen a proyectos que reducen el riesgo vinculado al agua y que mejoran la eficiencia hídrica de las operaciones. Con estas evaluaciones operativas se determinan las prácticas innovadoras y las tendencias de alto riesgo, lo que permite que se elaboren programas corporativos específicos (véase LP **Agua**, p. 16).



Figura 4.20 Participantes en un taller

En el estudio de caso *El agua y la comunidad*, del *Manual de prácticas innovadoras en gestión hídrica*, se destaca la importancia de consultar regularmente a la comunidad. Durante muchos años, la compañía Iluka ha extraído arenas minerales de la región de Wimmera, en Victoria, que es propensa a la sequía. En las etapas iniciales de la planificación del desarrollo de las operaciones en la cuenca del Murray, Iluka entendió que el agua sería una cuestión que requeriría amplios compromisos y acuerdos con las partes interesadas. Sin consultas previas, las operaciones en curso podrían haberse visto interrumpidas drásticamente por falta de agua, a causa de las sequías (véase LP **Agua**, p. 40).



Figura 4.21 Personal de Iluka en interacción con la comunidad local de Wimmera

Integración de los suministros de agua

En las prácticas innovadoras se considera que, aunque se requiera para un único componente/proceso de la operación, el suministro de agua debe ser considerado de un modo holístico. La mejor herramienta para el análisis de las opciones es el modelo de simulación operativa del emplazamiento, relacionado con las necesidades y restricciones de la calidad del agua. Si es necesario extraer agua de nuevos recursos hídricos, fuera del circuito hídrico existente, habrá que presentar una justificación detallada. Ello incluye un análisis de costes y la consideración de los requisitos para toda la vida de la mina. La integración produce sinergia y oportunidades importantes. En cambio, las soluciones puntuales a corto plazo pueden convertirse en responsabilidades a largo plazo. En algunos casos, es posible reducir el consumo general de agua, si se integran las fuentes de las minas cercanas. Desviar el agua subterránea desde el desagüe de las operaciones mineras de un emplazamiento, en vez de extraerla de una perforación aparte en otro emplazamiento, constituye un desarrollo activo en varias minas de hierro de Pilbara, como por ejemplo en **Paraburdoo** y en **Mt Whaleback**.

La compañía BHP Billiton Iron Ore explota dos yacimientos satélites, el yacimiento 23 y el yacimiento 25, ubicados aproximadamente a 12 kilómetros y a 8 kilómetros al este de Newman y de la operación minera de la compañía Mt Whaleback. La extracción minera de ambos yacimientos produce una disminución de la napa freática por el uso de pozos de desagüe.

La mina Mt Whaleback, situada al oeste de Newman, tiene una alta demanda de agua para procesamiento. En vez de crear fuentes locales de agua subterránea, que podrían haber sido ser baratas, se bombea el agua de desagüe de los yacimientos 23 y 25 de la cantera 3 a lo largo de 13 kilómetros, y contra un altura hidrostática de 90 metros, hasta un tanque de depósito que suministra agua por gravedad para procesamiento. Al utilizar el agua de desagüe a través de este sistema interconectado entre los yacimientos 23 y 25 y Mt Whaleback, se minimiza la extracción total de agua subterránea y, por lo tanto, se reduce el impacto de las operaciones mineras (véase LP **Agua**, p. 51).

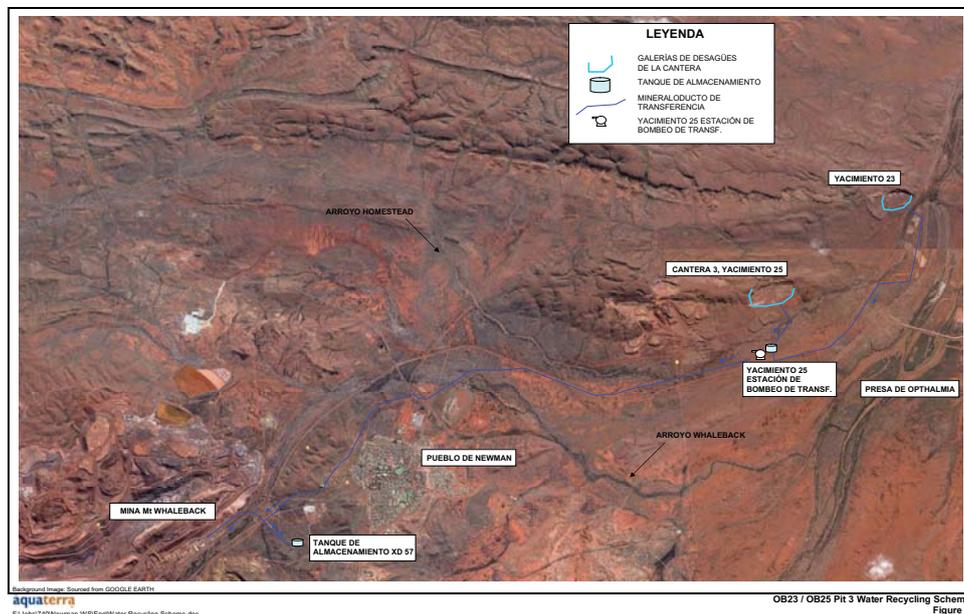


Figura 4.22 Sistema de suministro de agua de Mt Whaleback

La integración del sistema de suministro de agua operativo en el sistema de suministro regional es beneficiosa. En **Weipa**, el uso selectivo de diferentes fuentes de agua ha mejorado la seguridad hídrica, ha reducido los costes por una mayor reutilización y ha sido beneficioso para la reputación de la operación (véase LP **Agua**, p. 52). Las operaciones mineras de bauxita en el emplazamiento Weipa de Río Tinto se realizan en una región con exceso de agua por su clima tropical y monzónico. La mina tiene múltiples fuentes de donde extraer agua, cada una con sus costes y sus valores adicionales. Las cuatro fuentes principales son: agua de decantación de la presa de derrubios; agua de lluvia vertida en 'ranuras' y otros pequeños pantanos de la concesión minera; acuíferos superficiales que subyacen en el área y acuíferos más profundos de la Gran Cuenca Artesiana. La disponibilidad de las diferentes fuentes puede variar a lo largo del año, en particular, las dos primeras.

En otras situaciones, tal integración ofrece mayor eficiencia y más oportunidades en términos de comercio de agua, en particular, si las aguas difieren en calidad. Por ejemplo, el coste de las modificaciones de una planta para usar agua de mala calidad puede ser compensado con las ganancias provenientes de la venta de los derechos de uso del agua de buena calidad a otros usuarios. De modo similar, los arreglos de reparto de agua entre minas adyacentes pueden reducir la carga de una, por disponer de un exceso de agua, y permitir que la otra acceda al agua utilizada y, así, liberar potencialmente agua dulce de otros usos en la cuenca hidrográfica. Este tipo de enfoque se aplica cada vez más en el valle del río Hunter, en Nueva Gales del Sur, por ejemplo.

Uso del agua en el emplazamiento

En los emplazamientos mineros, el agua se usa para numerosas tareas y depende del tipo de operación. Las prácticas innovadoras en minería minimizan el uso de agua pero maximizan su reutilización. La expresión reutilización de agua se define de varias maneras y, a menudo, también se usa como sinónimo de reciclado de agua. La reutilización de agua minimiza la demanda de agua procedente de fuera del emplazamiento y, de este modo, concentra la atención en prácticas innovadoras de gestión en su interior. Generalmente, las operaciones innovadoras tienen un mejor control de las pérdidas de agua porque la reutilización se aplica constantemente en todo el emplazamiento.

En **Olympic Dam**, se reconoce que el uso responsable del agua de la Gran Cuenca Artesiana (GAB) es fundamental para proteger los valores ambientales de sus manantiales, una gran preocupación para algunas de las partes interesadas. En la mina se vigila la velocidad de extracción de agua de los dos pozos, para garantizar que este valor se encuentre dentro de los límites prescritos y que no ocurran impactos adversos. El reto consiste en seguir respetando continuamente estos límites y en ofrecer, a la vez, la posibilidad de optimizar los índices de producción de la planta. El proyecto confirmó la importancia de realizar inspecciones, ensayos y calibraciones regulares de los indicadores del proceso. Se han observado ahorros significativos de agua en las tres áreas clave de producción (véase LP **Agua**, p. 57).

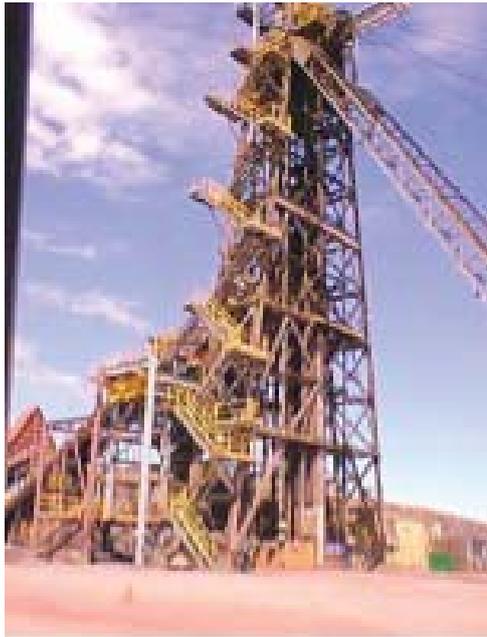


Figura 4.23 Pozo principal en Olympic Dam

Reinyección en los cursos de agua

La reinyección es la práctica que consiste en volver a introducir agua subterránea en el mismo acuífero o en uno cercano. Se puede lograr con infraestructura de ingeniería y/o por reinfiltración pasiva a través de los cursos de agua locales. En ciertas circunstancias, es preferible verter el agua en los sistemas de agua de superficie y/o dejarla evaporar. La reinyección se considera como un desvío de agua si el acuífero receptor se encuentra dentro de los límites de la concesión, y como un

producto si el acuífero se halla fuera de dichos límites.

Las políticas de las compañías y las normativas gubernamentales exigen cada vez más estas prácticas para mejorar la administración responsable de los recursos hídricos. La reinyección requiere condiciones geológicas e hidrogeológicas específicas, además de que debe resultar económicamente factible. Una operación de reinyección debería localizarse en:

- Una zona geológica con capacidad para recibir agua a una velocidad suficientemente alta; esto es, con una permeabilidad al menos moderada;
- Una zona con una napa freática natural suficientemente profunda;
- Zonas donde la calidad del agua reinyectada sea compatible con la calidad del agua receptora;
- Una zona ubicada a una distancia razonable de la fuente de extracción, para minimizar los costes de infraestructura, pero no tan cerca como para afectar las operaciones de bombeo y desagüe a causa de una recirculación.

No todas estas condiciones pueden cumplirse en todas las situaciones en que pueda ser deseable reinyectar agua. La mina de hierro Yandicoogina, en la región de Pilbara, Australia Occidental, es un ejemplo donde se comprueba que la reinyección es factible. La explotación minera comenzó en Yandi en 1998. El yacimiento de hierro en canal (CID) produce mineral de hierro fino. Se requiere bombeo y desagüe porque el yacimiento CID se encuentra en un sistema acuífero importante. Actualmente, la práctica regional corriente consiste en verter el exceso de agua en cursos de agua existentes. Sin embargo, esta conlleva varios riesgos, entre ellos, la posibilidad de generar ecosistemas ribereños dependientes del suministro de agua a lo largo de todo el año, que pierdan su capacidad de adaptación a la alternancia estacional de períodos húmedos. Además, otras partes interesadas, en particular de la región seca de Pilbara, pueden llegar a considerar que estos vertidos constituyen un derroche. La reinyección de agua en los acuíferos permite que una parte del agua extraída vuelva al medio ambiente, limita el impacto en los ecosistemas de superficie de las aguas abajo, minimiza los impactos potenciales de los vertidos en el medio ambiente de los alrededores y preserva un recurso valioso que puede conservarse y extraerse en el futuro. Es importante destacar que, si bien la aplicación del método de reinyección de agua resultó exitosa en Yandi, la práctica de esta tecnología depende de varios factores, en particular, de las condiciones hidrogeológicas específicas del emplazamiento. No debería considerarse la reinyección de agua como la “varita mágica” que puede aplicarse en todas las situaciones en las que hay que gestionar excesos hídricos. En aquellas operaciones en que el método es apropiado, la reinyección en masas de agua puede ser una poderosa herramienta para la comunidad minera, porque preserva los recursos hídricos subterráneos y la integridad del ecosistema ribereño (véase LP **Agua**, p. 79).



Figura 4.24 Desagüe minero por reinyección de agua en Yandicoogina



Figura 5.1 La mina Agrícola antes y después de su rehabilitación, en Queensland (cortesía de SMI)

Mensajes clave

- Todas las minas cierran y muchas lo hacen de forma prematura. En la gestión de una mina, es indispensable elaborar e implementar la planificación de su cierre. La adopción de un enfoque más integrado para planificar el cierre de una mina, efectuada de forma anticipada, puede lograr cierres y terminaciones eficaces y mejorar los efectos negativos de los cierres no previstos o no planificados.
- Es fundamental lograr la participación de la comunidad lo antes posible. La meta debería ser que la comunidad se apropie del proyecto, en la medida en que acabará por heredarlo. Si se establecen grupos de enlace o de asesores de la comunidad, creados específicamente para el proyecto minero, ello puede ayudar a que la operación se concentre en su programa participativo.
- La planificación y la implementación de la rehabilitación deben realizarse desde los inicios y progresivamente a lo largo de la vida de la mina. Las técnicas de prácticas innovadoras pueden brindar orientación para diseñar la topografía, utilizar la capa superior del suelo y lograr la revegetación con éxito.
- La estimación de costes para el cierre y la rehabilitación es crucial y existen herramientas para calcular costes realistas.
- Los riesgos (para la reputación de la compañía, etc.) son importantes y de largo plazo por su naturaleza. Mucho después de finalizada la producción, las compañías pueden enfrentarse a responsabilidades vinculadas a la rehabilitación y al cierre. La aplicación de técnicas de evaluaciones del riesgo cualitativas y cuantitativas demostrará a la comunidad y a los entes reguladores que se han identificado los aspectos relativos al cierre y que se puede calcular el valor de un depósito de garantía adecuado.
- Las prácticas innovadoras en la gestión de la diversidad biológica van más allá de reducir al mínimo los impactos a largo plazo de las operaciones: identifican oportunidades para mejorar la concesión y las zonas adyacentes introduciendo prácticas de gestión innovadoras y sostenibles.
- Las técnicas de prácticas innovadoras durante las operaciones mineras reducirán potenciales problemas a largo plazo causados por el drenaje de ácidos de la mina.



Introducción

En un mundo ideal, las minas cierran recién cuando sus recursos minerales se han agotado y cuando se ha instrumentado e implementado progresivamente un plan de cierre de la mina. Se dispone de tiempo para planificar, vigilar y realizar pruebas, y se reciben fondos externos para cubrir los costes de implementación del plan de cierre. Los resultados previstos pueden lograrse o pueden progresar de modo satisfactorio, y toda cuestión de importancia que pudiera causar problemas después del cierre debería resolverse con éxito. Las partes interesadas están preparadas para la fecha programada de cierre, los empleados pueden planificar la búsqueda de un empleo alternativo y la comunidad tiene la posibilidad de trabajar con la mina para garantizar que las actividades mineras aportarán beneficios sostenibles.

No obstante, en el mundo real, las minas extraen reservas y no recursos, y el grado y el tonelaje de las reservas varían según las fluctuaciones diarias del precio de las materias primas, la calidad o la ley de las menas, los resultados de exploraciones ulteriores, complicaciones geotécnicas y otros factores que pueden conducir al cierre de una mina antes de que se hayan extraído completamente las reservas estimadas. Esta situación puede ocasionar grandes problemas a la compañía minera, la comunidad y los entes reguladores.

Muchas causas conducen al cierre prematuro de minas. Las investigaciones muestran que casi el 70% de las minas que cerraron en estos últimos 25 años en Australia experimentó cierres no previstos o no planificados (Laurence, 2006). Esto es, han cerrado por razones que no son ni el agotamiento ni la disminución de las reservas. Estas razones pueden ser:

- Económicas, como bajos precios de las materias primas o altos costes, que pueden conducir a una empresa a un lucro cesante o a la quiebra
- Geológicas, como una disminución no prevista de la ley o del tamaño del yacimiento
- Técnicas, como condiciones geotécnicas adversas o deficiencias mecánicas y de los equipos
- Regulatorias, por infracciones relativas a la seguridad o al medio ambiente
- Cambios políticos, que ocurren de tanto en tanto, en particular con los cambios de gobiernos
- Presiones sociales o comunitarias, especialmente por parte de organizaciones no gubernamentales
- Cierre de las industrias o de los mercados compradores del material producido en la mina
- Inundaciones o sobrecargas.

Las minas mal cerradas y en ruinas (sin nadie a cargo o abandonadas) se convierten en un difícil problema de legado para los gobiernos, las comunidades y las compañías de minerales y, en última instancia, perjudican a la industria minera en su conjunto. Cada vez más, en la medida en que el acceso a los recursos está ligado a la reputación de la industria y de las corporaciones, los procesos de cierre eficaces y la terminación satisfactoria de las minas resultan ser fundamentales para que una empresa esté en condiciones de desarrollar nuevos proyectos. Una mala planificación y un financiamiento inadecuado invariablemente aumentan los costes del cierre y disminuyen la rentabilidad total, obstaculizando la capacidad de una empresa para desarrollar nuevos proyectos. La adopción de un enfoque más integrado para planificar el cierre de una mina, de forma anticipada, permite lograr cierres y terminaciones eficaces y mejorar los efectos negativos de los cierres no previstos o no planificados.

El cierre implica la implementación de los planes de cierre elaborados en las primeras etapas del ciclo de la mina, la realización de las investigaciones y estudios necesarios para detectar eventuales contaminaciones y la confirmación de que se ha cumplido con los resultados y criterios acordados.



En esta etapa, las actividades incluyen:

- Demolición y remoción de la infraestructura
- Remodelado de la topografía de lo que queda de la mina
- Terminación de los procesos de rehabilitación y remediación
- Vigilancia y medición del rendimiento de las actividades de cierre en contraste con las normas y criterios acordados
- Inspecciones, consultas e informes sobre el progreso a las partes interesadas
- Aprobación progresiva de la comunidad y el gobierno.

En este capítulo se abordan las fases de rehabilitación y de cierre del ciclo vital de una mina. Insistimos en repetir que ambos procesos deberían comenzar desde un principio y continuar a lo largo de la vida de la mina.

Justificación económica de la sostenibilidad en la rehabilitación y el cierre de una mina

La justificación económica para abordar la rehabilitación y el cierre de una mina dentro de un marco de desarrollo sostenible, de modo planificado, estructurado y sistémico, es decir, con una implementación progresiva en todo el ciclo del proyecto, comprende:

- Una mejor gestión minera
 - Oportunidades para optimizar la planificación y las operaciones mineras durante la vida activa de la mina, con el fin de lograr una extracción de recursos y un uso de las tierras postminería eficientes (por ejemplo, reducción de la doble manipulación de materiales de desecho y de la capa superficial del suelo, y reducción de las zonas de tierras alteradas)
 - Determinación de las zonas de alto riesgo como prioridades para las investigaciones y la remediación continuas
 - Una rehabilitación progresiva permite probar y mejorar las técnicas adoptadas
 - Menor riesgo de no cumplimiento de las normativas
 - Implementación progresiva de un plan de cierre de la mina con posibilidades de realizar pruebas, evaluaciones y de recibir reacciones sobre la eficacia del cierre en curso

- Mayor participación de las partes interesadas en la planificación y en la toma de decisiones
 - Una elaboración más informada de estrategias y programas para tratar los impactos, idealmente como componente de un enfoque de desarrollo comunitario desde los inicios de la vida de la mina
 - Mayor receptividad de la comunidad hacia futuros proyectos mineros
 - Mejora de la imagen pública y la reputación
 - Comprensión de las probables consecuencias en las comunidades afectadas, en términos de impactos ambientales, sociales y económicos del cierre de la mina
 - Una elaboración informada de estrategias y programas para tratar los impactos, idealmente como componente de un enfoque de desarrollo comunitario desde los inicios de la vida de la mina
 - Mayor apoyo a las decisiones de cierre por parte de los empleados, el gobierno, los dueños de la tierra, la comunidad local y otras partes interesadas
- Reducción de riesgos y responsabilidades
 - Aporte financiero y material asegurado para la rehabilitación y el cierre de la mina mediante una estimación temprana y más certera de los costes de rehabilitación y cierre
 - Reducción de la exposición a responsabilidades contingentes vinculadas a la seguridad pública y los peligros y riesgos ambientales
 - Reducción continua de las responsabilidades por optimización de las tareas operativas durante la vida de la mina en concordancia con el plan de cierre
 - Reducción de las responsabilidades continuas sobre el emplazamiento y facilitación del abandono oportuno de la concesión y la recuperación de la garantía
 - Oportunidades para optimizar la planificación y las operaciones mineras durante la vida activa de la mina, con el fin de lograr una extracción de recursos y un uso de las tierras postminería eficientes (por ejemplo, reducción de la doble manipulación de materiales de desecho y de la capa superficial del suelo, y reducción de las zonas de tierras alteradas)
 - Determinación de las zonas de alto riesgo como prioridades para las investigaciones y la remediación continuas
 - Una rehabilitación progresiva permite probar y mejorar las técnicas adoptadas
 - O menor riesgo de no cumplimiento de las normativas
 - Implementación progresiva de un plan de cierre de la mina con posibilidades de realizar pruebas, evaluaciones y de recibir reacciones sobre la eficacia del cierre en curso

- Mayor participación de las partes interesadas en la planificación y en la toma de decisiones
 - Una elaboración más informada de estrategias y programas para tratar los impactos, idealmente como componente de un enfoque de desarrollo comunitario desde los inicios de la vida de la mina
 - Mayor receptividad de la comunidad hacia futuros proyectos mineros
 - Mejora de la imagen pública y la reputación
 - Comprensión de las probables consecuencias en las comunidades afectadas, en términos de impactos ambientales, sociales y económicos del cierre de la mina
 - Una elaboración informada de estrategias y programas para tratar los impactos, idealmente como componente de un enfoque de desarrollo comunitario desde los inicios de la vida de la mina
 - Mayor apoyo a las decisiones de cierre por parte de los empleados, el gobierno, los dueños de la tierra, la comunidad local y otras partes interesadas
- Reducción de riesgos y responsabilidades
 - Aporte financiero y material asegurado para la rehabilitación y el cierre de la mina mediante una estimación temprana y más certera de los costes de rehabilitación y cierre
 - Reducción de la exposición a responsabilidades contingentes vinculadas a la seguridad pública y los peligros y riesgos ambientales
 - Reducción continua de las responsabilidades por optimización de las tareas operativas durante la vida de la mina en concordancia con el plan de cierre
 - Reducción de las responsabilidades continuas sobre el emplazamiento y facilitación del abandono oportuno de la concesión y la recuperación de la garantía

Diversidad biológica y cierre

Introducción

La gestión de la mina aurífera **Timbarra** brinda un ejemplo de cómo tener en cuenta la diversidad biológica a la hora de cerrar una mina. La meta principal de la reforestación era restablecer la mayoría de las especies correspondientes a las siete comunidades vegetales naturales que poblaban el área modificada (LP **Cierre**, p. 25).



Figura 5.2 Corredor biológico de la mina de oro Timbarra

Los bosques de jarrah de Australia Occidental son un ejemplo de cómo las empresas mineras pueden ejercer un efecto positivo en la diversidad biológica (LP **Diversidad biológica**). La “tinta del castaño” es una fitopatología causada por una especie introducida de hongo del suelo, *Phytophthora cinnamomi*, que puede provocar graves daños en los sitios más sensibles. Muchos árboles de la especie de jarrah dominante (*Eucalyptus marginata*) mueren en estas zonas infestadas, así como otras plantas de los estratos medios e inferiores del bosque. Esto afecta los valores de la diversidad biológica porque puede causar impactos graves en las zonas más seriamente dañadas. Las operaciones de extracción de bauxita de la compañía Alcoa tienen lugar en el bosque de jarrah y se observan lugares dañados en el área de la mina. En 1979, la compañía se comprometió a respaldar un programa de rehabilitación de estos sitios en las zonas mineras de sus tres explotaciones.



Figura 5.3 Área rehabilitada tras los daños de la “tinta del castaño”

MINA: mina de bauxita de Jarrahdale

UBICACIÓN: Jarrahdale, Australia Occidental

DESCRIPCIÓN BREVE: extracción minera superficial de bauxita

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: rehabilitación; cierre y terminación

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Rehabilitación de minas; Cierre y terminación de minas

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN:

el objetivo publicado de rehabilitación para la mina de bauxita de Alcoa, en Australia Occidental, es: "establecer un ecosistema forestal estable de jarrah que se autorregene, planificado para mejorar o mantener el agua, la madera, sus usos recreativos, su conservación y otros valores forestales designados". Sin embargo, lograr este objetivo tan vasto para satisfacer las expectativas de la sociedad exigió metas específicas en constante evolución y normas operativas cada vez más rigurosas. A su vez, esto dependió de la evolución constante de mejores tecnologías de restauración, que requieren un alto nivel de investigación en ecología.

Los criterios de terminación de Alcoa incluían directrices amplias sobre cómo se desalojaría la zona de rehabilitación y sobre cómo se emitiría un certificado de aprobación, pero no contemplaban detalles sobre su administración. La primera zona de rehabilitación de la mina de Jarrahdale para la que se solicitó un certificado de aprobación cubría 975 ha. Posteriormente, se expidió el primer certificado de aprobación en Australia para una zona importante de rehabilitación minera, en noviembre de 2005. Esta superficie representaba casi un cuarto de la zona explotada y rehabilitada de Jarrahdale. Una segunda zona, que cubría 380 ha de tierra rehabilitada, fue aprobada más tarde, y se solicitó la aprobación para dos zonas más.

Importantes zonas de Jarrahdale han cumplido con los criterios de terminación. Ello debería permitir que se gestionen de manera integrada con el bosque de jarrah colindante no explotado. Si bien las áreas rehabilitadas no son como eran antes de la explotación, todos los emplazamientos de Jarrahdale han alcanzado las metas de una composición parecida a la de zonas no explotadas y han exhibido procesos de autoperpetuación. Los componentes clave de la estrategia de Alcoa han sido un compromiso de estudiar el ecosistema nativo de referencia y el ecosistema restaurado, y buscar convergencia de similitud de diversidad biológica y función. Gracias a estos estudios se han obtenido conocimientos aplicados concretos, que permitieron la reutilización de la capa superior del suelo; la siembra de semillas de una gran variedad de especies nativas; la proximidad de fuentes de colonización para otras especies; la propagación y plantación de especies difíciles de propagar, y el mejoramiento de la proporción de especies para duplicar la estructura y función forestal.

Los investigadores nunca podrán responder completamente al conjunto de retos que plantean la rehabilitación de una mina y su gestión ambiental. Sin embargo, en Alcoa, las investigaciones continuas y el perfeccionamiento de los tratamientos de rehabilitación parecen indicar que, en los próximos

10 años, los logros en la restauración minera serán mejores que los ya altos estándares que se alcanzan al día de hoy. Estos perfeccionamientos también aumentarán el nivel del rendimiento ambiental y de la rehabilitación que la comunidad espera, y seguirán impulsando mejoras continuas de la industria en su conjunto a nivel mundial.

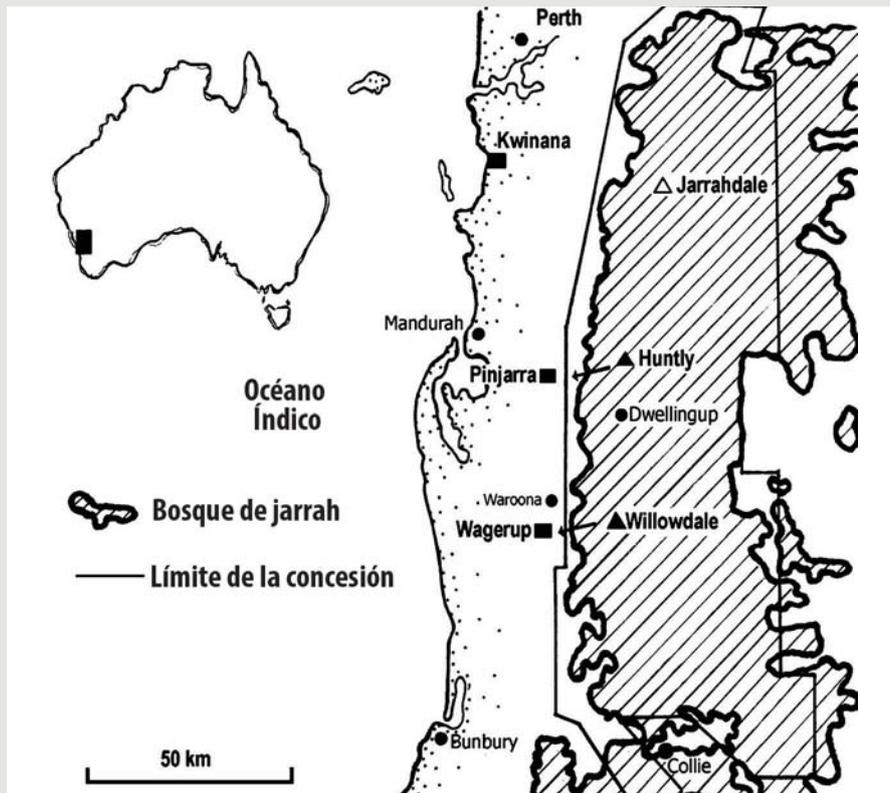


Figura 5.4 Operaciones mineras de Alcoa en Australia Occidental



Figura 5.5 Típica vegetación forestal de jarrah en tierras altas

Las ventajas de tratar los impactos acumulativos a lo largo del ciclo vital de un proyecto pueden incluir el establecimiento de relaciones con las comunidades locales y los entes reguladores, y la contextualización de los valores de la diversidad biológica.

Otro ejemplo de degradación de tierras por actividades agrícolas, cuyos valores de diversidad biológica pueden mejorarse, es el de la antigua mina Junction Reefs, en el centro de Nueva Gales del Sur (véase LP **Diversidad Biológica**, p. 17). Antes de la explotación minera, el lugar era en su mayor parte un terreno degradado por el pastoreo. A través de la rehabilitación postminera, la mina de oro de Junction Reefs se propuso crear un bosque de eucaliptos con un estrato inferior herboso, similar a los bosques originales que existían en la región antes del pastoreo.



Figura 5.6 Río Belubula, mina de Junction Reefs

La comunidad y el cierre

Participación de la comunidad

Llegar a un acuerdo final sobre el uso de las tierras en los emplazamientos mineros rehabilitados implica equilibrar cuidadosamente las exigencias de los entes reguladores, los residentes locales y la comunidad en general. La meta de la participación y la consulta comunitarias sobre el uso final de las tierras es lograr un acuerdo en torno a varios objetivos respecto del emplazamiento, para que la empresa lo desaloje conforme a las exigencias normativas y a las expectativas de la comunidad. La rehabilitación progresiva es el proceso que, a lo largo de la vida de la mina, posibilita que se cumplan los objetivos relativos al uso final de las tierras. El yacimiento minero **Gregory Crinum** se encuentra a 60 km al noreste del centro rural de Emerald y a 375 km al noroeste de Gladstone, en Queensland, y está formado por dos minas. Las operaciones a cielo abierto de la mina Gregory comenzaron en 1979, mientras que las excavaciones subterráneas de la mina vecina Crinum se iniciaron en 1995. La compañía BHP Billiton Mitsubishi Alliance (BMA) explota ambas minas. La mina a cielo abierto y las operaciones subterráneas proveen de carbón a una única planta de preparación y de transporte por ferrocarril. Las minas están ubicadas en una zona que había sido intensamente desbrozada por actividades de pastoreo y de agricultura, pero que aún conserva zonas de vegetación original, algunas de cuyas especies tienen valor de conservación debido a su escasez. Los métodos de consulta a la comunidad que usa BMA para elaborar sus planes de vida de la mina son un buen ejemplo de cómo operaciones mineras ya existentes pueden mejorar sus prácticas e involucrar a las partes interesadas para que ayuden a tomar decisiones clave sobre las cuestiones relativas al uso de las tierras a largo plazo (véase LP, **Rehabilitación**, p. 6).



Figura 5.7 Pastos y árboles de refugio en un terreno rehabilitado de la mina Gregory

Las opciones de rehabilitación que se elijan para el emplazamiento deben ser compatibles e idealmente complementarias con los usos de las tierras colindantes. Se prestará particular atención a las oportunidades para participar en la conexión del hábitat con los sectores de vegetación remanente o con la realización de dicha conexión. También existe la oportunidad de elaborar un plan regional de rehabilitación más amplio, que contemple las actividades de uso de las tierras circundantes. Intercambiar conocimientos y coordinar actividades clave puede resultar en una mejora significativa del beneficio para la comunidad.

Varias jurisdicciones participan en la planificación de la diversidad biológica a nivel del paisaje, como los planes de diversidad biológica regional que se implementan en Nueva Gales del Sur. Este tipo de planificación constituye un medio eficaz para gestionar aspectos como los corredores de flora y fauna, la determinación de asignaciones de flujos hídricos ambientales y la gestión de especies amenazadas y comunidades ecológicas durante los procesos de evaluación y aprobación.

Establecimiento de un comité o grupo asesor para el cierre

Un comité consultivo para el cierre, que se integre en una estrategia general de participación de las partes interesadas, puede ser un foro útil para intercambiar opiniones con numerosas partes interesadas y representantes de las comunidades sobre los objetivos a largo plazo. Si se permite que la gente concernida por los aspectos vinculados al cierre participe desde un principio en los procesos de planificación, las operaciones pueden integrar los aportes de la comunidad en los planes generales del emplazamiento.

Estos foros han demostrado ser un medio eficaz para involucrar a partes interesadas y demostrar a los entes reguladores que la comunidad brinda apoyo y contribuye al plan general. El comité de cierre también puede tener un rol formal en el proceso de aprobación. Un ejemplo es la mina **Beenup**, ubicada al sudoeste de Australia Occidental, que cerró en 1999 dejando una gran extensión de agua profunda, cantidad de presas temporales y permanentes, y pilas de acopio que contenían desechos mineros de arena limpiada, arcilla fina y niveles variados de minerales piríticos.

La empresa tuvo la suerte de contar in situ con un grupo consultivo comunitario activo en el momento del cierre de la mina. Los miembros del grupo consultivo de Beenup

(BCG) eran representantes municipales, dueños de tierras y representantes de grupos empresariales y de conservación.

Para ayudar a que la comunidad considerara varios conceptos relativos a la rehabilitación, la empresa BHP Billiton puso a su disposición imágenes de las opciones preferidas. BCG jugó un rol importante en la selección de la opción de rehabilitación elegida entre las ofrecidas. Tras esta elección, BHP Billiton comenzó a preparar un plan de rehabilitación detallado que se sometería a la consideración del Gobierno de Australia Occidental. Además, BCG colaboró en la determinación de las cuestiones clave que deberían tratarse en el proceso de implementación, y ofreció un canal de comunicación para que el Gobierno recibiera opiniones sobre aspectos del plan (véase LP **Cierre**, p. 35). Desde que finalizaron las actividades de movimientos de tierras y reforestación, el Gobierno y la comunidad han mantenido su confianza e interés en los progresos del proyecto de rehabilitación; la comunidad está muy familiarizada y se manifiesta con cierta autoridad sobre los principios y progresos en pos de la sostenibilidad.



Figura 5.8 La mina Beenup, 3 años después del cierre

La formación de grupos de enlace o de asesores de la comunidad específicamente para el proyecto minero puede ayudar a que la operación se concentre en su programa participativo. La mina **Martha** de Nueva Zelanda brinda un ejemplo modelo. El resultado más importante del proceso del cierre de la mina Martha ha sido haber ofrecido a la comunidad una gran oportunidad para ser mucho más proactiva en el trabajo en pos de la sostenibilidad social, ambiental, cultural y económica de la población a largo plazo. Posteriormente, el comité se autodenominó Visión de la comunidad de Waihi, formó varios grupos de trabajo dedicados a proyectos particulares y estableció una estructura organizativa para que las ideas comunitarias fructificaran (véase LP **Comunidad**, p. 26).

El estudio de caso de Argyle Diamonds (véase LP **Indígenas**, p. 50) ilustra los beneficios de un enfoque asociativo para la rehabilitación de la tierra y la creación de capacidades en un ámbito comunitario. Mediante la adopción de los principios de cogestión ambiental, el programa de rehabilitación condujo a:

- La introducción (en las zonas de rehabilitación) de especies vegetales de importancia significativa para la gente del lugar
- El desarrollo de una pequeña empresa en las dos comunidades aborígenes, que produce semillas y plántulas para el proceso de rehabilitación
- Oportunidades de empleo (en actividades de horticultura) para gente de edad y mujeres con hijos, que difícilmente encuentran puestos de trabajo fuera de la comunidad
- Oportunidades de empleo para algunos miembros de la comunidad en las operaciones mineras de argyle.

Un clásico ejemplo mundial de cierre de la mina se encuentra en la región de Kalimantan, en Indonesia.

COMUNIDAD MINERA: distrito de West Kutai

UBICACIÓN: Kalimantan Oriental (Borneo), Indonesia

DESCRIPCIÓN BREVE: mina de oro a cielo abierto

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: cierre de la mina

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Cierre y terminación

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN:

N 2001, se formó una asociación entre la compañía Kelian Equatorial Mining (KEM), la comunidad de Kutai occidental y el Gobierno de Indonesia para negociar y acordar todos los aspectos relativos al desmantelamiento y el desalojo de la mina de oro tras 13 años de operaciones. Esta asociación funcionó durante un período de disturbios civiles, en un país que sufría enormes cambios políticos y sociales, sin legislación que orientara el proceso. Los resultados de esta asociación no solo dieron cuenta de las mejores prácticas en cierres mineros a todo el mundo, sino que orientaron la elaboración de una legislación de cierre en Indonesia.

Antecedentes

KEM era una mina de oro de tamaño medio que producía aproximadamente 400.000 onzas/año y que operó durante 13 años, desde 1992 hasta 2005. Unos 2.000 miembros de la comunidad local (en su mayoría mineros de aluviones) fueron reubicados (algunos, por la fuerza) en un pueblo vecino, llamado Tutung, antes del inicio de la construcción. Durante el pico de producción la mina contrató aproximadamente a 2.500 empleados y contratistas, de los cuales un 5% eran trabajadores expatriados, principalmente de Australia. Las opciones de uso de las tierras y las actividades de mantenimiento continuo postcierre, así como los acuerdos de gobernanza, se determinaron a través de un proceso consultivo que incluyó al Gobierno, a la comunidad y a representantes de la explotación minera, bajo la dirección de un Comité Directivo de cierre de la mina y de cuatro grupos de trabajo, durante un período de tres años. Estos comités de cierre se establecieron después del fin del Gobierno de Suharto, durante un período de grandes disturbios civiles y cambios políticos que condujeron al traspaso de buena parte de las responsabilidades y el poder a los gobiernos de los distritos.

Acta del Comité Directivo y de los grupos de trabajo

Antes de iniciar las discusiones técnicas, se negoció y acordó un acta detallada que establecía las funciones y responsabilidades de los miembros del comité. Asimismo, incluía mecanismos para lograr acuerdos y resolver conflictos. Se estableció una secretaría para coordinar las reuniones y la documentación de las reuniones trimestrales. Se nombró un coordinador y dos mediadores independientes para garantizar que todas las partes tuvieran las mismas posibilidades de participación.

Resultados del cierre

El factor clave en la elección de las opciones de uso final de las tierras de la única cantera, de las zonas de eliminación de desechos de ácido de roca y de las zonas de las presas de derrubios fue la minimización de los impactos en curso causados por los vertidos de ácido de roca, en particular de manganeso (Mn), en las captaciones de agua de los alrededores. Estas son zonas restringidas, contempladas en un decreto de protección forestal, donde un grupo permanente de guardabosques de la comunidad realiza patrullajes y vigilancia. Toda actividad ilegal o incursión, como explotaciones forestales, minería de aluviones, agricultura y quema, se denuncia al Departamento Forestal y a los oficiales de policía. Un humedal artificial de 20 hectáreas aporta un sistema de tratamiento pasivo para los vertidos de la cantera y permite que los niveles de Mn cumplan con los estándares de vertido acordados (2 mg/L) y de calidad hídrica ambiental (0,5 mg/L) en los puntos de vertido y en el río Kelian, respectivamente.

Las zonas mencionadas anteriormente que no pudieron rehabilitarse con árboles (829 ha) fueron reemplazadas mediante la rehabilitación de otras zonas de dimensiones equivalentes. Una zona, que estaba incluida en el contrato de trabajo (CoW) del Lingau Plateau (379 ha), ya se encontraba alterada por actividades de explotación forestal antes del inicio de las operaciones mineras; la segunda se hallaba lejos del emplazamiento, en una zona llamada Bukit Suharto (450 ha), y también había sido alterada anteriormente por explotaciones forestales e incendios. En la zona alterada restante, incluida en el CoW (376 ha), que no contenía materiales potencialmente generadores de ácido y podía rehabilitarse, se plantaron especies locales de árboles nativos, arbustos y enredaderas. Además, se mejoró este ambiente con el cultivo de árboles frutales nativos variados (10% del total de los cultivos). Estas zonas de rehabilitación y otras zonas no restringidas del CoW permiten una variedad de actividades autorizadas por la legislación de protección forestal que incluyen:

- Recolección de productos no madereros, por ejemplo frutos, miel, bambú y ratán
- Actividades educativas, como investigaciones y visitas de campo
- Acuicultura y pesca
- Ecoturismo, por ejemplo, observación de aves, senderismo, natación

Mientras la mina operaba, se estableció un centro de capacitación para agricultores (Yayasan Anum Lio, Clear Water Foundation) en un pueblo ubicado a aproximadamente 30 minutos del emplazamiento minero. Este centro brindó

apoyo técnico externo además de alojamiento y capacitación para agricultores y empleados locales que deseaban mejorar sus conocimientos y prácticas agrícolas. Al finalizar el curso, cada participante recibió semillas, fertilizantes y asesoramiento técnico durante dos temporadas de siembra. También se organizaron grupos de agricultores para brindar apoyo continuo a los agricultores del pueblo. Después del cierre de la mina, el centro de capacitación se convirtió en una escuela secundaria de agricultura con régimen de internado que, en la actualidad, forma a más de 100 estudiantes provenientes de los pueblos vecinos, que siguen un curso de 3 años de duración y obtienen un diploma de validez nacional de escuela secundaria superior.

Además del centro de capacitación, antes del cierre de la mina, KEM y agricultores locales cooperaron para respaldar el establecimiento de aproximadamente 450 hectáreas de cultivo de arroz. Esto era necesario porque se había previsto que se correría un alto riesgo de escasez de alimentos en la época del cierre, debido a la dependencia económica generada por la mina y a la reducción de los arrozales que se había producido durante las operaciones mineras.

Se estableció un fondo de dotación fiduciario de US\$13,4 millones en una cuenta fuera del territorio, en Singapur, que genera unos US\$600.000 por año. Este fondo se utiliza para apoyar las actividades en curso vinculadas a la vigilancia y al mantenimiento de las estructuras relacionadas con la mina bajo protección forestal y, también, para brindar apoyo continuo administrativo y de mantenimiento a la escuela superior de agricultura. Se prevé que estos fondos operen a perpetuidad, conforme a los acuerdos y disposiciones de gobernanza negociados por el Comité Directivo del cierre de la mina.



Figura 5.9 Rehabilitación de los vertederos de desechos de la mina de oro Kelian

Planificación del cierre

La calidad de la planificación del cierre de una mina se verá una vez que la última tonelada de mineral haya pasado por la trituradora y esta se haya apagado. En esta etapa, el personal clave del emplazamiento será (idealmente) el gerente y el equipo del cierre, que incluye al planificador, que ha creado el plan maestro, realizando la secuenciación de todas las actividades, tareas y recursos necesarios. La clave para una ejecución exitosa es seguir el plan. Si el plan se revisa continuamente, y las actividades y recursos se reprograman, se puede lograr cumplir con los plazos y, lo que es más importante, controlar los costes. Esto asegurará que las tareas del cierre puedan completarse a tiempo y dentro del presupuesto. En la mayoría de los emplazamientos, hay que eliminar toda la infraestructura y la planta y hay que volver a marcar el perímetro del emplazamiento, que nuevamente debe cubrirse de vegetación.

Un ejemplo de buena planificación, creación de un equipo y asociación cooperativa con la comunidad es el cierre de la mina de oro **Mt McClure**, en Australia Occidental. El proyecto de Mt McClure tenía varios propietarios antes de quedar bajo el control de Newmont en 2002. Las operaciones mineras consistían en una planta de procesamiento común de carbón en lixiviación con múltiples canteras y dos instalaciones de almacenamiento de derrubios. Al planificar el desmantelamiento total del proyecto, el equipo de gestión del cierre realizó una evaluación del riesgo con consultores externos para centrarse en las cuestiones clave y sentar las bases del plan de cierre. A esto siguió un proceso de consulta con las partes interesadas para el futuro desarrollo del plan y la creación de un mapa del proceso que detallaba los pasos y secuencias de la planificación (véase LP **Cierre**, p. 44).



Figura 5.10. El emplazamiento Mt McClure antes del cierre

Con la información correcta para tomar las mejores decisiones técnicas y

sociales, en la planificación del cierre hay que recopilar, evaluar y gestionar datos ambientales, sociales y económicos. Es necesario seguir examinando continuamente la caracterización del emplazamiento, la información del estudio de la base de referencia y de los riesgos y de las oportunidades del cierre. En ese momento, es importante comprender las necesidades de las diferentes partes interesadas, que incluyen las expectativas de la comunidad sobre el uso final de la tierra, los valores culturales y la herencia, las normativas gubernamentales y otros requisitos legales. La identificación temprana de lagunas en los datos ayuda a guiar las investigaciones y programas de desarrollo necesarios para demostrar la eficacia de las estrategias de rehabilitación no probadas. Un sistema de registro y gestión de datos ayudará al equipo de planificación del cierre a comprender la situación de las cuestiones relativas al cierre.

A las empresas mineras les resulta cada vez más difícil abandonar los emplazamientos de las minas e "irse" sin hacerse cargo de todas las obligaciones del mantenimiento y financiamiento futuros. Esto sucede porque:

- una compañía deberá insistir para obtener el abandono de la mina, especialmente si la rehabilitación temprana es inadecuada para la tarea
- para el cierre, es crucial la selección de un proceso sólido y verificable para vigilar y demostrar criterios de terminación
- el establecimiento anticipado de criterios de terminación verificables es fundamental para que el ente regulador acepte y apruebe el abandono de la mina.

Un excelente caso de estudio que ilustra estos puntos es la mina de **Bottle Creek**, en Australia Occidental (véase, LP **Cierre**, p. 11). La mina empezó a funcionar en junio de 1988 pero, debido a sus limitados recursos de oro, dejó de hacerlo en noviembre de 1989. Tres topografías a cielo abierto y de desechos, un emplazamiento de la planta, áreas de acopio de las menas sin cribar y dos instalaciones de almacenamiento de derrubios se establecieron en la etapa operativa del proyecto. En 1996 se realizó una primera solicitud para dar fin a la garantía y desalojar la concesión que, finalmente, finalizó en 2001.



Figura 5.11. La mina de Bottle Creek, antes y después de la rehabilitación

Otro ejemplo de planificación del cierre es la mina de oro Misima, en Papúa Nueva Guinea. La mina de oro Misima empezó a funcionar en 1987 y lo hizo hasta 2004, produciendo 3,6 millones de onzas de oro. Los movimientos del suelo para los trabajos de eliminación de las construcciones y la rehabilitación finalizaron en abril de 2005. El cierre de un emplazamiento de una mina grande puede tener objetivos potencialmente conflictivos, como reducir al mínimo los costes del cierre, maximizar los beneficios en curso para la comunidad o región del lugar y reducir al mínimo las responsabilidades ambientales originadas en la operación de minería. El logro de dichas metas suele exigir compromisos. La planificación del cierre de una mina puede ser un gran desafío, especialmente cuando se incluyen factores socioeconómicos, culturales y políticos y surgen más complicaciones por disputas entre las partes interesadas sobre la enumeración real de la disposición final de los activos y las metas finales de uso de la tierra. La planificación detallada del cierre de Misima Mines Limited comenzó cinco años antes de que se hubiese vertido la última onza de oro. Se obtuvieron los siguientes resultados (LP **Cierre**, p. 16):

- Eliminación/demolición exitosa de las construcciones y movimientos del suelo completados según lo planificado
- No se perdió tiempo por accidentes o lesiones de consideración
- Uso adecuado de la topografía para propósitos agrícolas
- Creación de oportunidades sociales, otorgando la gestión de la energía hidroeléctrica y el sistema hídrico a un grupo de dueños de tierras locales y al gobierno en nombre de la comunidad
- Los gobiernos local y provincial asumieron la responsabilidad de los centros sanitarios y de salud y del resto de la infraestructura instalada como parte del plan de desarrollo de la comunidad.



Figura 5.12. Misima antes de la rehabilitación

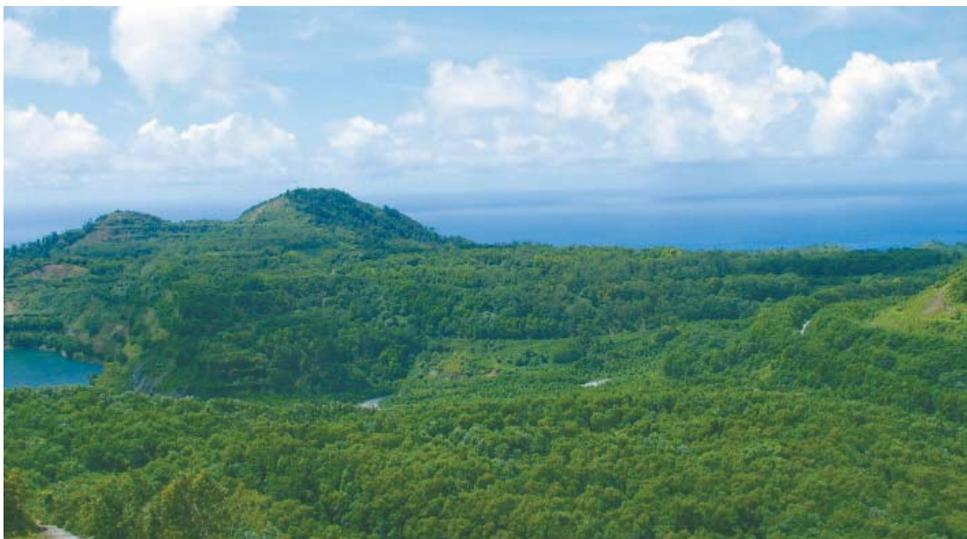


Figura 5.13. Misima después de la rehabilitación

MINA: mina de oro y plata Misima

UBICACIÓN: isla de Misima, 200 km al este de Papúa Nueva Guinea (PNG)

DESCRIPCIÓN BREVE: la operación estuvo a cargo de Misima Mines Ltd, a través de una sociedad de riesgo compartido entre la empresa matriz Placer Dome-Misima Mines (80%) y la State Company Orogen Minerales de PNG (20%). En 2006, Barrick adquirió Placer Dome y sus minas.

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: el desarrollo de una zona de capital humano y social como parte de los planes de operación y de cierre de la mina.

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Participación de la comunidad, Trabajar con las comunidades indígenas, Cierre y terminación de la mina.

DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN: la mina de oro y plata se abrió en 1990, las operaciones se terminaron en mayo de 2001, mientras que la molienda de montones de acopio continuó hasta el cierre en 2004.

IMPACTOS EN LA SOSTENIBILIDAD: la isla de Misima se consideraba especialmente vulnerable a los impactos sociales de la minería a gran escala porque no había estado expuesta a un desarrollo de esta envergadura anteriormente y su población tenía una experiencia limitada con una economía monetaria. Antes de la apertura de la mina, la vida en la isla consistía en la agricultura y la pesca de subsistencia. A esto se agregaba el dinero en efectivo ganado con la venta de copra. Para la mayoría de las familias, esto bastaba para comprar herramientas y utensilios manufacturados y, a veces, pagar las cuotas escolares.

Durante el funcionamiento de la mina, se modernizó la infraestructura de caminos para transportar a los trabajadores de sus aldeas remotas al emplazamiento de la mina. Misima Mines construyó aulas, puestos de atención médica y sistemas de suministro de agua a través de un esquema de créditos fiscales, el cual redirigía un porcentaje de los ingresos del Gobierno para que volvieran a la comunidad local. Los comercios existentes se ampliaron y se abrieron nuevos, para vender a los trabajadores una variedad más amplia de productos. El Gobierno construyó una escuela secundaria en la isla, lo que permitió que más niños del lugar extendieran su educación.

Tras el cierre de la mina, las mejoras del nivel de vida de los isleños empezaron a decaer. Se redujeron las oportunidades de empleo, y muchos dueños de las tierras tuvieron que volver a la agricultura y la pesca de subsistencia. Cesó el financiamiento para el mejoramiento y el mantenimiento continuo de los sistemas de infraestructura relacionados con la operación de la mina, como los caminos, la red eléctrica y las mejoras realizadas en el aeropuerto, y no se desarrollaron otras industrias para brindar alternativas a los flujos de ingresos. Además, como era la mina la que proveía dichos proyectos, el Gobierno de Papúa Nueva Guinea tenía una capacidad limitada para mantenerlos con financiamiento del presupuesto nacional.

Respuesta de la gerencia de la mina: se centró en el desarrollo del capital humano y social de la isla. En términos de capital humano, ya se había establecido una base mediante la mejor infraestructura educativa, lo que creó un nivel de alfabetización relativamente alto en la isla. La empresa también ayudó a los empleados a conseguir certificaciones en diversos oficios y profesiones que necesitan cierta capacitación, como contaduría, enfermería e ingeniería. Contrató a una ONG para que ayudara a los líderes locales a desarrollar las habilidades necesarias para crear planes estratégicos para cada pueblo y, luego, llevarlos a niveles gubernamentales más altos. Misima Mines también ayudó a los propietarios tradicionales de la tierra donde se había ubicado la mina a organizarse y a iniciar fondos fiduciarios con el dinero que habían recibido por regalías.

Capital social significa contar con la suficiente cohesividad interna como para acordar metas en común y trabajar en pos de ellas. En Misima, tradicionalmente, la acción colaborativa pocas veces se extendía más allá de los niveles del clan o del poblado. De manera que el desafío residía en lograr que poblados y clanes diferentes y dispersos se juntaran y se hicieran cargo de planificar su futuro colectivo. Misima Mines convocó a un grupo asesor compuesto por los líderes de todas las partes interesadas. Incluía iglesias, asociaciones de mujeres, una ONG para el desarrollo humano nacional, una ONG internacional ambiental y social, los propietarios de la tierra y cuatro niveles gubernamentales. Cada vez que se reunía el grupo asesor de las múltiples partes interesadas, se creaban vínculos de cohesión más fuertes entre las organizaciones de Misima.

Los problemas más importantes a los que se enfrentó el grupo asesor fueron la seguridad alimentaria, las fuentes alternativas de ingreso de dinero y el mantenimiento de la infraestructura pública. Misima Mines tomó un terreno y dio inicio a un centro de investigación y capacitación agrícola que experimentó con diversos cultivos de alto valor comercial y poco peso, para exportación, como vainilla, kava y nuez moscada.

En enero de 2011, el Gobierno de Papúa Nueva Guinea anunció que aportaba un fondo de 6 millones de Kinas (aproximadamente 2,3 millones de dólares australianos) para financiar estudios detallados sobre actividades mineras sostenibles para la gente y los comercios locales de Misima. El propósito de dichos estudios era elaborar un plan de desarrollo a largo plazo para Misima, en el que se basarían el financiamiento del proyecto y su ejecución. Los posibles proyectos investigados comprendían la realización de cultivos comerciales, una solución que actualmente tiene un éxito limitado en Bougainville.



Figura 5.14 Mina Misima

La mina de oro de Barrick Australia, **Timbarra**, está ubicada al este de Tenterfield, en el norte de Nueva Gales del Sur. Sus operaciones comenzaron en abril de 1998, y la mina entró en la etapa de cuidado y mantenimiento en octubre de 1999. Desde ese momento, las actividades se centraron en el cierre de la mina y estuvieron ligadas a los requisitos de rehabilitación y vigilancia. Las 82 ha alteradas durante la operación de la mina incluían dos canteras, una pila de almacenamiento de mineral gastado, depósitos y una planta de procesamiento de agua, áreas de acopio de las menas sin cribar y caminos de transporte. La planificación del cierre en la mina de Timbarra comenzó a fines del año 2000, cuando Delta Gold (el operador) decidió emprender un proceso de compromiso facilitado independientemente, con una gran variedad de partes interesadas, entre ellas, las personas que se oponían al proyecto de rehabilitación de la mina. El proceso de consulta de 2001 dio como resultado la reconciliación de varios grupos en conflicto. Crucial para este resultado resultó el nuevo dueño de la mina, que adoptó un enfoque diferente de las relaciones con la comunidad. TCFG fue capaz de pasar de un estado de conflicto a uno de resolución y de asociación, para lograr un cierre racional de la mina (véase, LP **Cierre**, p. 25). Las lecciones eran claras:

- Los puntos de vista de la comunidad y de otras partes interesadas son esenciales para la planificación del cierre de la mina y deben recabarse siguiendo procesos formales como grupos de discusión de la comunidad sobre el cierre.
- Es importante escuchar los puntos de vista de los protagonistas y tratar cada tema
- En muchas circunstancias, la información que suministran los grupos ambientales puede dar lugar a minas mejor gestionadas, que planteen menos riesgos para el medio ambiente
- El conocimiento colectivo puede ayudar a resolver o abordar temas de preocupación común
- Usar un facilitador
- Iniciar un proceso de resolución de conflictos (y dotarlo de los recursos necesarios) más que evitar el conflicto.



Figura 5.15 Humedal de Timbarra

MINA: antiguas minas de lignito

UBICACIÓN: valles del Ruhr y del Saar, Alemania

DESCRIPCIÓN BREVE: minería de lignito de superficie

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: rehabilitación; cierre y terminación; preservación del legado

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Rehabilitación de la mina; Cierre y terminación de la mina

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN: por más de cien años, la hulla para la producción nacional fue una base del éxito industrial alemán. Pero actualmente, dados los costes relativamente altos de producción, la minería de hulla en Alemania parece ya no poder competir en el mercado mundial. En 2007, el Gobierno alemán decidió dejar de financiar la industria minera de hulla a partir de 2018. Esto llevó a un programa de cierre final de las minas.

La empresa alemana minera de hulla RAG está apoyando el proceso de reestructuración en las regiones de minería de hulla de los valles del Ruhr y del Saar mediante la reutilización adaptativa de los anteriores campos carboníferos. RAG, junto con las instituciones estatales y las municipalidades locales, se propuso activar el desarrollo sostenible en los pueblos mineros. El cierre de las minas se vio como una oportunidad para cambiar las estructuras tanto urbanas como industriales con una orientación hacia el futuro. En lugar de tierras de desecho industrial, las zonas de las antiguas minas se volverían lugares vitales; en lugar de decaer económicamente, los antiguos pueblos mineros prosperarían.

Para crear oportunidades de empleo orientado a un futuro de largo plazo, los nuevos negocios innovadores requieren una buena infraestructura: oficinas, negocios inmobiliarios comerciales, viviendas confortables y agradables desde el punto de vista estético, así como zonas recreativas e instalaciones culturales. RAG está usando su experiencia en el negocio inmobiliario para ayudar a las antiguas regiones mineras de carbón a progresar hacia esta meta. Dichos esfuerzos son especialmente beneficiosos para los aspirantes a propietarios de pequeñas o medianas empresas.

Los emplazamientos de las antiguas minas de carbón suelen ser instalaciones óptimas para proveedores de servicios logísticos, si se las observa pensando en el futuro, aunque dichos emplazamientos deben estar ubicados en un lugar equidistante al que se pueda llegar con facilidad por carreteras, canales y redes ferroviarias. Un emplazamiento de este tipo lo constituyen las 3,93 ha del Centro logístico de Fürst Hardenberg, en Dortmund, construido conjuntamente por la empresa de bienes raíces RAG Montan Immobilien y la empresa de logística Fiege. Además del espacio ocupado por el centro de distribución de un fabricante multinacional de neumáticos, se alquilaron 2,31 hectáreas adicionales de espacio logístico a una tienda de saldos textiles y a una fábrica de pan. Actualmente se están planificando cinco centros logísticos adicionales en la misma línea de esta "historia de éxitos", en otros lugares del Ruhr. Empresas de otros sectores, como contratistas, alquiler de equipamiento para la construcción y maquinaria para la construcción, también están desarrollando sus negocios en antiguos emplazamientos mineros de carbón, desarrollados

para su reutilización por RAG Montan Immobilien. Asimismo, recientemente se ha iniciado con éxito un centro de bajo coste para la instalación de contratistas en el antiguo emplazamiento de la mina Werne. Aquí, el espacio (en su mayor parte muy barato) se alquila a contratistas de instalaciones, como electricistas y fontaneros. Otros parques industriales se han desarrollado en el emplazamiento de las antiguas minas Minister Stein y Radbod, en Dortmund y Hamm, respectivamente.

Además de ayudar en el proceso de reestructuración en los estados de Renania-Westfalia del Norte y Sarre, al promover el establecimiento de nuevos negocios en lugares donde antes había minas de carbón, RAG también restaura algunos sitios para dejarlos en su estado original y natural. Por otra parte, RAG Deutsche Steinkohle da forma a montones de escombros para que sean construcciones arquitectónicas en el paisaje. A algunos montones de escombros se les da una nueva forma y, en otros casos, se llenan otros nuevos, según el diseño del artista.

Además de los negocios y del desarrollo urbano, mantener la cultura industrial juega un papel importante para el proceso de reestructuración exitosa de la zona del Ruhr. La gente identifica su región con la herencia fabril de las industrias del carbón y del acero. En la medida en que estas industrias siguen desapareciendo, la gente adquiere conciencia de la existencia de algo que es una herencia industrial, que forma la mentalidad de su sociedad y que configura un paisaje arquitectónico y urbano único. Muchos proyectos y eventos culturales contribuyeron al esfuerzo de mantener la herencia industrial preservando las construcciones industriales y las experiencias socioculturales destacadas:

El proyecto turístico regional denominado "Route der Industriekultur" ("La ruta de la herencia industrial"), una carretera circular de 400 km que bordea la región del Ruhr, abre el patrimonio industrial de la región a los visitantes. Veinticinco puntos (llamados puntos de anclaje) forman la red central de la ruta, que comprende seis importantes museos de historia técnica y social, muchos puntos panorámicos y una serie de asentamientos de trabajadores de especial importancia. La ruta permite acceder a 750 años de historia industrial de la región y, también al proceso de transformación estructural que lleva en marcha aquí varios decenios. Las fábricas en desuso, muchas de las cuales están bajo un sistema de preservación, no son lugares de nostalgia y arrepentimiento. Hace tiempo que se han transformado en sedes industriales vitales y atractivos centros para eventos culturales y turísticos.

Lo más importante del año en la región del Ruhr es, sin duda, la "Noche ExtraSchicht (SúperCambio) de la Cultura Industrial". Las antiguas plantas industriales, las instalaciones de producción activas, las minas y los montones de escombros se han transformado, hábilmente, en sedes de la cultura industrial. Cientos de miles de personas concurren a este evento tan especial durante una larga noche de verano.

La región del Ruhr es un ejemplo de un cambio estructural sostenible exitoso en una zona minera, y la vieja mina de carbón cerrada, la Zollverein Mine, en Essen, que ahora es patrimonio mundial de la UNESCO, constituye su hito más sobresaliente, como si fuera la Torre Eiffel del Ruhr.



Figura 5.16 Antigua mina de carbón Minister Stein (Dortmund): torre de extracción de 1926 a 1987, edificio de oficinas desde 1999



Figura 5.17 "Escaleras al cielo" sobre los montones de escombros de Rheinelbe (Gelsenkirchen)

Todas las fotografías pertenecen a RAG Montan Immobilien, excepto la No. 11: © Rupert Oberhäuser, RUHR.2010
 * Contribución del Prof. Jurgen Kreschman

Gestión del riesgo del drenaje de ácido de la mina en el cierre

Introducción

En el momento del cierre de la mina, habrá que suponer que se ha realizado la mayoría del trabajo preparatorio necesario para proteger el medio ambiente, como parte de un Plan de Cierre bien concebido, que se ha implementado a lo largo de toda la etapa operativa. Si no fuera ese el caso, habría que considerarlo un error en la planificación eficaz y podría significar un riesgo importante de impactos adversos con altos costes, para el acondicionamiento de las soluciones en esta etapa final.

La antigua mina **Woodcutters**, cerca de Darwin, en el Territorio del Norte de Australia, tuvo minas a cielo abierto y subterráneas de un gran filón de plomo-zinc entre 1985 y 1999. En el momento del cierre, los desechos residuales de la mina se confinaron en dos presas para decantación de derrubios, donde había material cuyo potencial neto generador de ácido por sulfuros era muy elevado, y un vertedero de desechos de roca. El vertedero de desechos de roca contenía cantidades importantes de material sulfídico de la mina a cielo abierto original y había estado expuesto al clima tropical de los monzones durante muchos años (véase, LP **AMD**, p. 20).

Si bien la ejecución final del cierre del emplazamiento y de las actividades de rehabilitación muestra la aplicación de los principios de prácticas innovadoras actuales a la minería sostenible, varias poderosas lecciones se desprenden de este caso de estudio. Estas se resumen a continuación (Dowdm, 2005):

- La ubicación inicial óptima del material de desecho más la rehabilitación progresiva durante las operaciones de la mina habrían reducido sustancialmente los costes del cierre.
- El proceso de cierre se habría acelerado si los criterios de cierre del emplazamiento se hubieran elaborado y acordado en consulta con los organismos normativos y las principales partes interesadas durante la vida operativa de la mina.
- Se habrían ahorrado costes significativos si las actividades de rehabilitación hubiesen empezado antes de la desmovilización del equipamiento y del personal/los contratistas de la mina.



Figura 5.18 Emplazamiento de la mina de Woodcutters en 1998, antes del desmantelamiento y la rehabilitación.



Figura 5.19. Emplazamiento de la mina rehabilitada en 2005, después de la construcción de una cobertura sobre el montón de los desechos de roca

Idealmente, la etapa de cierre consistirá sobre todo en las últimas etapas del desmantelamiento, que comprende la demolición de la infraestructura, la topografía final del suelo, la reforestación y el inicio de un programa de vigilancia postcierre.

Dado que los problemas del ADM se vuelven evidentes después de un largo período, puede que sea necesario durante muchos años controlar el éxito de la reforestación, la eficacia de los sistemas de cobertura y todo impacto en los recursos hídricos, hasta que se cuente con buena evidencia de estabilidad y se obtenga la aprobación del cierre por parte del ente regulador.

Hay que recordar que muchas de las tecnologías de gestión del AMD todavía siguen siendo relativamente nuevas (tienen menos de 30 años), de manera que existen muy pocas bases de comparación a largo plazo del éxito en el logro de una topografía estable y segura desde el punto de vista ambiental. El rendimiento a largo plazo de las medidas de cierre debe demostrarse. Inicialmente, usando modelos, pero siempre deben verificarse con los logros en el terreno. Cuando se considere que los riesgos del ADM y sus potenciales consecuencias son altos, las empresas deberán prepararse para vigilar durante un largo tiempo después del cierre. Un enfoque responsable de este tipo mejorará la reputación de la industria y ayudará a mantener su licencia social para funcionar. Los problemas del cierre se tratan exhaustivamente en el manual de Desarrollo de prácticas innovadoras sostenibles sobre Cierre y terminación de la mina.

Cubierta con agua

La manera más efectiva de restringir la exposición de desechos reactivos al oxígeno es depositarlos permanentemente bajo el agua, una técnica exitosa dada la cantidad limitada de oxígeno disuelto en agua. Sin embargo, la cubierta con agua es solo viable cuando hay disponibilidad segura de abastecimiento o almacenamiento de agua.

Para almacenamientos de desechos reactivos de superficie, se requerirá la contención de un valle en una cuenca de captación de un tamaño suficiente para mantener la cubierta de agua sobre los desechos, incorporando una presa de agua y aliviadero. Normalmente, esto requiere un clima de balance hídrico neto positivo, lo que, en Australia, suele limitar su aplicación a Victoria, Tasmania y, quizás, la zona tropical húmeda. A modo de ejemplo, la **Mina Benambra**, en East Gippsland, Victoria, fue

operada entre 1992 y 1996 por Denehurst Limited como una mina subterránea de metales básicos. Durante las operaciones, se procesaron 927.000 toneladas de minerales en el emplazamiento y casi 700.000 toneladas de derrubios sulfurosos fueron bombeados a los diques para decantación de derrubios circundantes. El Departamento de industrias primarias, minerales y petróleo de Victoria (DPIMP) fue responsable del emplazamiento a partir de 1998 y recientemente gestionó exitosamente un programa de rehabilitación. El objetivo principal de la rehabilitación del emplazamiento fue manejar el AMD en los diques para decantación de derrubios creando una cubierta de agua permanente sobre los derrubios y usando sistemas de tratamiento pasivo para el control de la calidad de agua a largo plazo (véase LP, **Ácido**, p. 58).



Figura 5.20. Vista aérea de los diques para decantación de derrubios de benambra durante los trabajos de rehabilitación

Consideraciones generales para la selección de sistemas de tratamiento

Composición del agua. Los metales y el pH son los objetivos más comunes del tratamiento del AMD, pero también puede ser necesario eliminar iones principales, como el magnesio y el sulfato.

Volumen del agua (o caudal del flujo). El coste del tratamiento del agua está en función tanto del caudal del flujo a tratar como de la composición del agua. En muchos casos, el caudal del flujo es el principal impulsor del tamaño de un sistema de tratamiento, ya sea activo o pasivo. Por eso, habrá que hacer esfuerzos para restringir el volumen/índice del flujo que necesita tratamiento, tanto durante las operaciones como en el postcierre.

Objetivos de tratamiento. Los objetivos de calidad de las aguas tratadas serán específicos en cada emplazamiento y dependerán de varios factores, entre ellos, cuestiones relativas a la protección de la planta y del equipamiento de la corrosión, así como protección de los valores ambientales de las aguas receptoras. Los objetivos de derivación de las aguas tratadas deben considerar el marco de evaluación del riesgo detallado en ANZECC/ARMCANZ (2000), como se describe en la sección 4.2.3. También se puede consultar el caso de estudio de la mina Mt Morgan en LP **Ácido**, p. 61, para una aplicación de este enfoque.



Figura 5.21 Planta de tratamiento de agua de la cantera, adyacente al llenado del ADM a cielo abierto en Mt Morgan (marzo de 2006)

Sustancias peligrosas

Antes era común que las minas cerradas se abandonaran sin prestar atención a que el lugar fuera seguro y a que los impactos ambientales fueran mínimos (figura 5.22).



Figura 5.22 Montón abandonado de reactivos para procesamiento en una mina de oro cerrada, en Fiji

Es mucho más sencillo y barato eliminar las sustancias peligrosas mientras se cuenta con personal y equipamiento. Limpiar los emplazamientos abandonados como en la antigua mina **Yerranderie**, en Nueva Gales del Sur, es una tarea mucho más cara (LP **Sustancias peligrosas**, p. 27). Yerranderie es un histórico pueblo abandonado con una mina de plata-plomo al sudoeste de Sídney, cerca del Parque Nacional de las Montañas Azules, que está en la nómina del patrimonio mundial. El emplazamiento está aproximadamente a 12km corriente arriba de la presa de suministro de agua más importante de Sídney, Warragamba. En Yerranderie hubo operaciones mineras entre 1898 y la década de 1930, con una importante recuperación de plata, plomo y oro. En la postminería hubo una rehabilitación mínima. En 2003, estudios ambientales intensivos encontraron que pequeñas zonas del emplazamiento estaban contaminadas con niveles de arsénico potencialmente peligrosos para la salud humana y el medio ambiente circundante, en especial la presa de suministro de agua de Sídney. En algunos lugares, el material contenía hasta un 25% de arsénico. Las vallas y la señalización existentes en las zonas aledañas no podían considerarse más que una solución temporal para proteger la salud y la seguridad de los visitantes al sitio histórico. Por estas razones, se requería una solución de largo plazo, que fuese sólida. El exitoso proyecto dio lugar a una rehabilitación sustancial del emplazamiento de Yerranderie. Se redujeron los riesgos para el medio ambiente circundante y el suministro de agua de Sídney, y se mejoró la seguridad de visitantes y turistas.



Figura 5.23 Emplazamiento de la mina de Yerranderie antes de la rehabilitación

Rehabilitación final

La rehabilitación es el proceso usado para reparar los impactos de la minería en el medio ambiente. Los objetivos a largo plazo de la rehabilitación pueden variar desde la simple conversión en una zona segura y con condiciones estables, hasta restaurar lo máximo posible las condiciones previas a la mina, para apoyar la futura sostenibilidad del emplazamiento. Normalmente, la rehabilitación comprende:

- Elaborar diseños de la topografía apropiada del terreno del emplazamiento de la mina.
- Crear topografías que se comportarán y evolucionarán de manera predecible, de conformidad con los principios de diseño establecidos.
- Establecer ecosistemas sostenibles apropiados.

El diseño de la topografía del terreno para la rehabilitación requiere adoptar una mirada holística de las operaciones mineras, en la que cada etapa de las operaciones y cada componente de la mina sea parte de un plan que considere el ciclo vital de una mina en su totalidad y, también, las operaciones de planificación y el uso final del emplazamiento. Este plan tiene que ser flexible y adecuarse a los cambios de métodos y tecnologías.

Maximizar la planificación reduce la alteración del emplazamiento y garantiza que materiales como el desecho de roca estén cerca de su ubicación final. El énfasis debe ponerse en obtener y analizar la mayor cantidad de información posible sobre el emplazamiento. Esta investigación tiene dos usos principales: brinda datos de referencia para la planificación de la mina e información esencial para las etapas de rehabilitación y cierre, cuando el emplazamiento se está restaurando para un uso postminería acordado.

Los factores clave que hay que considerar en los estudios previos a la minería comprenden los requisitos legales, el clima, la topografía, los suelos y los puntos de vista de la comunidad. Los puntos de vista de la comunidad son, claramente, los más importantes para decidir el uso final de las tierras, dado que son los usuarios más probables del lugar. Sus conocimientos y experiencias también pueden ser muy valiosos para la comprensión de aspectos del lugar.

El uso de la tierra postminería de una zona debería decidirse mediante consultas con los grupos de interés pertinentes, que comprenden a los departamentos gubernamentales, ayuntamientos, organizaciones no gubernamentales, Propietarios Tradicionales y los dueños de tierras privados. La mina Berong en Filipinas muestra la importancia de trabajar con los deseos de la comunidad local en la rehabilitación.

MINA: proyecto de níquel de Berong (Berong Nickel Corporation)

UBICACIÓN: Palawan, Región 4B, Filipinas

DESCRIPCIÓN BREVE: minería de níquel de superficie; operación de envío directo

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: desarrollo sostenible; rehabilitación progresiva; diseño y prácticas en investigación de recolonización vegetal

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Rehabilitación de la mina

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN: investigación aplicada a la rehabilitación, estrategias de rehabilitación

El Proyecto Níquel de Berong (BNC) está ubicado en la isla de Palawan, en Filipinas. BNC está firmemente comprometida con las mejores prácticas en la gestión ambiental, con un fuerte énfasis en una profunda responsabilidad social. Parte de este compromiso es la rehabilitación progresiva de las áreas mineras para obtener resultados sostenibles.

Históricamente, en las minas de níquel había sido difícil lograr una reforestación exitosa, a causa de la naturaleza muy lixiviada de los suelos lateríticos en las regiones con muchas precipitaciones (cinturón ecuatorial), que originan suelos deficientes en nutrientes. Esto se reducía más con la eliminación de la delgada capa superior del suelo y el yacimiento predominante. El tipo de vegetación que crecía podía considerarse de bajo valor en términos de sostenibilidad ecológica o recuperación económica de las comunidades de la región.

Para determinar cuál sería una solución posible de largo plazo para la rehabilitación, en agosto de 2007, BNC estableció un proyecto de investigación en rehabilitación en la primera zona minera: Zona 4. Se establecieron 106 terrenos de investigación de 10m x 10m en tres bancadas, para determinar las mejores topografías posibles del terreno y los medios para el crecimiento y la selección de las especies, habiendo considerado las exigencias y deseos de la comunidad para la postminería, en términos de uso alternativo de la tierra.

Sobre la base de las conversaciones con la comunidad, se decidió que el árbol del caucho (*Hevea brasiliensis*) sería la especie predominante en la próxima etapa piloto del proyecto, con una mezcla de palo de pollo (*Pterocarpus indicus*) y pino australiano (*Casuarina equisetifolia*). La especie del árbol del caucho y otras especies, como el palo de pollo (con madera de gran valor para fabricación comercial) y el pino australiano (de crecimiento rápido, produce una barrera visual intermedia) se usarían en combinación para que hubiera senderos verdes y zonas intermedias en las estrategias de diseño y plantación. Se observó que el árbol del caucho era el más fuerte en cuanto a supervivencia y crecimiento. La comunidad apoyó la plantación de árboles de caucho dado que proporcionaría ingresos y posibilidades de industrias en la postminería. Se esperaba que las especies prosperaran con estrategias de mejoramiento como la aplicación correcta de fertilizantes, correcciones en el suelo y gestión constante durante los primeros siete años de crecimiento. Se prevé que la inversión tendrá rendimiento a los 7 años, de manera que la gestión en esta etapa es crucial.

* **Contribución de:** Dr Keith Halford



Figura 5.2 Vista aérea de la Zona 4, donde se volvieron a implantar varios cultivos como parte del programa de rehabilitación de BNC. Noviembre de 2007



Figura 5.2 Valla publicitaria y plataforma de demostración que muestran el diseño de la investigación, la mezcla de especies y las técnicas empleadas durante el estudio.

Comprender las características del emplazamiento, incluidas las relativas a su drenaje, también es preciso cuando se diseñan y se disponen los componentes de la operación de la mina. Al transferir esta información al software minero, los planificadores de la mina poseen un modelo informático detallado del emplazamiento original y sus patrones de drenaje, que les permite tomar decisiones sobre la restauración o la alteración en su diseño final.

Como toda tecnología informatizada, los nuevos desarrollos son continuos y se actualizan rápidamente. Por lo tanto, los principios de la digitalización y análisis de los datos son más importantes que el software específico que se esté utilizando. Asimismo, hay que considerar y planificar los usos últimos del vacío que queda tras las operaciones mineras. Rellenar puede ser antieconómico en algunas operaciones, pero en otras se puede evitar la creación de vacíos en la planificación. La seguridad también es fundamental y se necesita un diseño creativo que considere los obstáculos y advertencias.

Las minas que no se rehabilitan bien se vuelven una herencia complicada para los gobiernos, comunidades y empresas y, en última instancia, manchan la reputación de la industria minera en su conjunto. Cada vez más, en la medida en que acceder a los recursos está ligado a la reputación de la industria, los procesos de cierre eficaces y la rehabilitación satisfactoria de las minas se vuelven fundamentales para que una empresa esté en condiciones de desarrollar nuevos proyectos. La escasa planificación invariablemente aumenta los costes de rehabilitación y cierre de la mina y disminuye la rentabilidad total. Si se adopta un enfoque más integrado para planificar la rehabilitación de la mina y se realiza de forma progresiva, se puede lograr una rehabilitación eficaz.

Un ejemplo de práctica innovadora en la rehabilitación de una mina, especialmente si consideramos la gestión de la flora y la fauna, es la mina **Mt Owen**, una mina de carbón a cielo abierto ubicada en el valle del Hunter, en Nueva Gales del Sur. Mt Owen es propiedad de Xstrata Mt Owen (XMO), una filial de Xstrata Coal, que posee el 100% de las acciones. La mina es operada por Thiess Pty Limited, en un acuerdo de asociación con XMO, y cuenta con un permiso para la producción de más de 10 millones de toneladas de carbón sin cribar por año para la exportación, hasta diciembre de 2025. Los componentes clave del programa de gestión de flora y fauna de Mt Owen son:

- Establecimiento y gestión de zonas de conservación de la diversidad biológica para compensar los impactos de la minería
- Rehabilitación progresiva de las zonas alteradas para que se conviertan en bosque nativo
- Implementación de técnicas especializadas de gestión de flora y fauna
- Programa exhaustivo de vigilancia de la flora y la fauna
- Programa continuo de investigación de restauración del bosque nativo junto con el centro para la restauración sostenible de ecosistemas de la universidad de newcastle.

El programa de gestión de la flora y la fauna de Mt Owen presta protección para establecer comunidades forestales en zonas de rehabilitación y en las tierras intermedias colindantes, que son propiedad de la mina. Las zonas de conservación colindantes a las zonas de rehabilitación de la mina también se están expandiendo y mejorando mediante una intervención proactiva y la restauración de los restos desperdigados de vegetación y de pastos, para suministrar a las comunidades una vegetación similar y las oportunidades de que flora y fauna se desplacen a las zonas de rehabilitación. El propósito a corto plazo es conservar la flora y la fauna existentes en zonas de conservación mediante una gestión eficaz y al mismo tiempo establecer nuevas zonas que suministrarán un sistema autosuficiente a largo plazo. El propósito a largo plazo es obtener una reserva de conservación de flora y fauna autosuficiente, de un tamaño que permita la diversidad necesaria y, al mismo tiempo, proporcione enlaces de corredores para tener una visión más amplia de los paisajes integrados del valle del Hunter (véase LP **Rehabilitación**, p. 25).

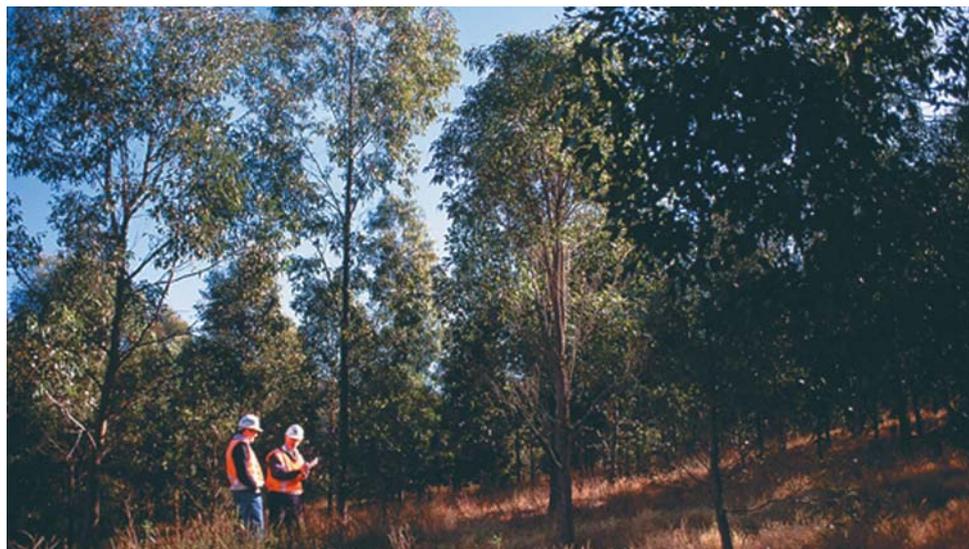


Figura 5.2 Vigilancia de la flora y la fauna, Mt Owen

Construcción de la topografía

En general, la erosión de la topografía de terrenos construidos en los emplazamientos mineros está dominada por la erosión en cárcavas, consecuencia directa de la concentración de escorrentías por los arcenes y la descarga de flujos concentrados en las laderas inclinadas, una vez que los arcenes fallan. Estos fallan debido a una construcción inadecuada, la erosión de los túneles y el desbordamiento causado por la deposición de sedimento. Cuando los índices de erosión siguen siendo importantes (normalmente en zonas áridas, donde la cubierta de vegetación de superficie es demasiado baja como para controlar la erosión), los perfiles inclinados exteriores que incluyen arcenes requerirán un mantenimiento habitual (des-aterramiento) mientras dure la erosión o, de lo contrario, se llenarán con sedimentos y se desbordarán, causando erosión en cárcavas. Por esta razón, algunos emplazamientos han adoptado la práctica de utilizar arcenes o alguna forma de talud a través de la ladera durante la rehabilitación inicial y, luego, eliminar los arcenes una vez que la vegetación se ha establecido y la ladera se ha estabilizado.

Otros emplazamientos han incorporado rocas a la superficie de las laderas inclinadas externas para reducir el potencial de erosión y permitir que se construyan laderas relativamente largas y altas, sin arcenes. Otra opción es crear perfiles de laderas cóncavas para reducir el potencial de erosión, en general, en un factor de dos o tres. Para desarrollar un nuevo enfoque para la construcción de vertederos de desechos, se evaluó la erodabilidad de una variedad de desechos y capas superficiales del suelo en la mina de níquel **Murrin Murrin**, usando mediciones de laboratorio y en el terreno. Usando estos datos y datos climáticos de largo plazo y de precipitaciones del emplazamiento, se emplearon simulaciones con ordenador de escorrentías y erosión para comparar una cantidad de opciones para las laderas inclinadas externas. Se desarrollaron perfiles de laderas cóncavas con riesgo de erosión relativamente bajo, aunque se recomendó agregar restos de árboles y grava laterítica en los segmentos de la ladera que en la simulación presentaban el mayor potencial de erosión (véase LP **Vigilancia**, p. 45).



Figura 5.2 Ladera de vertedero de desechos cóncava en Murrin Murrin

También es importante considerar la rugosidad de superficie cuando se rehabilita la topografía de un emplazamiento minero. La rugosidad tiende a atrapar el agua y las semillas y, en general se acepta que una superficie rugosa será mejor que una lisa para el establecimiento de la vegetación. Sin embargo, mientras que la creación de amplias superficies rugosas a través de líneas de rastrillado o la creación del llamado paisaje lunar puede ser beneficiosa a corto plazo, en el largo plazo podría originar más erosión e inestabilidad de la topografía. El valor de la rugosidad de superficie está muy ligado a su persistencia a lo largo del tiempo, que se controla ampliamente con la distribución del tamaño de las partículas del material en el que se ha creado la rugosidad.



Figura 5.2 Paisaje lunar en la región de Pilbara (fuente desconocida)

Rehabilitación de las pedreras

Las pedreras y la minería de minerales industriales no suelen caracterizarse por contar con ejemplos de prácticas innovadoras, sin embargo, estos existen. Un estudio de caso internacional que muestra opciones de transporte innovador lo brinda una pedrera de caliza en Taiwán.

MINA: pedrera de Asia Cement Corporation Hsin-Chen Shan

UBICACIÓN: Hualien, Taiwán, República de China

DESCRIPCIÓN BREVE: pedrera de 6,5 millones de toneladas anuales de caliza en la ladera de la colina (desde SL740~120m). Un eje vertical a 300 m de profundidad en el centro de la pedrera para transportar la roca triturada a la planta de cemento.

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: recuperación, sistema de transporte innovador

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Rehabilitación de la mina; Cierre y terminación de la mina

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN: la producción anual de la pedrera de Hsin-Chen Shan, la segunda en importancia en Taiwán, es de unos 6,5 millones de toneladas de caliza. Asia Cement Corp. (A.C.C.) estableció su planta de cemento en lo que era entonces un territorio relativamente remoto y desolado, en Hualien, Taiwán, en 1974. Como estaba cerca del famoso Parque Nacional de Taroko Gorge, era esencial que la hermosa vista y los recursos naturales se preservaran más allá de la vida de la pedrera. Durante tres decenios, la pedrera ganó numerosas medallas y certificados por su actuación

en el campo del medio ambiente.

El terreno de la pedrera Hsin-Chen Shan es muy escarpado: se eleva desde 120m a 740m en solo 1000m de distancia horizontal. De acuerdo con esta topografía tan especial, A.C.C. introdujo un sistema de transporte de eje rápido importado de Japón en 1978. Esta fue la primera pedrera en emplear este tipo de sistema de eje en la historia de la industria minera de Taiwán. Con esta experiencia exitosa, la pedrera construyó el segundo eje vertical de 300m de profundidad para combinar con el proyecto de ampliación de la planta de cemento en 1988.

La caliza triturada se tiraba directamente en el eje vertical, con lo que se eliminaron los casi 5 kilómetros de transporte con camiones. Además de ahorrar en transporte, el sistema de eje también tiene la ventaja de reducir la contaminación por polvo de las flotillas de camiones y preservar la calidad del paisaje original.

El sistema reduce notablemente la zona de bancadas expuestas. En las bancadas excavadas en la parte superior (los arcones finales) se plantaron árboles inmediatamente después de las operaciones mineras. La combinación de un sistema de traslado subterráneo y sellado reduce el polvo y el ruido a lo largo de los 1,3 km que van de la pedrera a la planta de cemento.

La evidencia de recolonización de varias especies, entre otras, cobras y otras víboras, jabalíes y monos, que volvieron a la zona de la pedrera, muestra el éxito de este método de recuperación.

La pedrera ha extraído 130 millones de toneladas de caliza desde 1974. Después de haber realizado las operaciones en la parte inferior de la cantera, es decir, a 120m de altitud, habrá entre 30 y 40 hectáreas de campo abierto para uso público. Algunos visitantes dijeron que las bancadas finales recuperadas tenían incluso una mejor apariencia que la superficie original del terreno.



Junio de 1998



Septiembre de 1988

Figura 5.28 Comparación de las bancadas en 10 años

***Contribución de:** Lawrence Hu, ACC

Tratamiento de la capa superficial del suelo

En los casos de los suelos con probabilidad de ser dispersivos o que generen ácidos, se necesitará usar mejoras como yeso o cal. En algunos casos podrá ser necesario inocular microorganismos simbióticos, como fijadores de nitrógeno y micorrizas. En general, habrá que rastrillar a lo largo del contorno para facilitar que las raíces penetren a través de los escombros compactados y reducir la pérdida de semillas.

En la mayoría de los casos, también habrá que fertilizar, para reemplazar el talud de nutrientes perdidos durante la eliminación de la vegetación y el proceso de la minería. Es esencial que los tipos y métodos de aplicación de macro y micronutrientes se planifiquen cuidadosamente, sobre la base de estudios detallados de caracterización de los suelos y objetivos y metas de rehabilitación. Los fertilizantes inorgánicos son los que más se usan. Sin embargo, los orgánicos, como los lodos cloacales o la cobertura con vegetación, pueden ser alternativas rentables si se cuida que no se introduzcan malas hierbas y altas concentraciones de metales.

En los lugares donde la capa superficial del suelo tiene una fuente de semillas autóctonas viables, habrá que conservarla para reutilizarla después de las operaciones de minería. Esto no solo proporciona una fuente económica de vegetales, sino que ayuda a garantizar que sean relativamente abundantes, reflejando las densidades existentes antes de las operaciones mineras, y promueve el establecimiento de especies cuyas semillas pueden ser de difícil obtención o germinación. El programa de rehabilitación de la mina de bauxita que realizó **Alcoa World Alumina Australia** en el bosque de jarrah del sudoeste de Australia es un excelente ejemplo de cómo la conservación del banco de semillas del suelo puede mejorar mucho la diversidad botánica de la comunidad vegetal postminería. Después de que se desbroza la vegetación, los 150 milímetros de la parte superior del suelo, que contienen la mayor parte de los bancos de semillas y nutrientes del suelo, se remueven antes de las operaciones mineras y se envían a una cantera para su rehabilitación, dondequiera que sea posible. Las investigaciones han mostrado que la mayoría de las especies vegetales autóctonas (72%) en las zonas rehabilitadas proceden de las semillas almacenadas de las capas superficiales del suelo. La importancia de devolver directamente la capa superficial del suelo fresca se ha demostrado mediante pruebas que comparan esta técnica con la de las pilas de acopio. Se ha verificado que la alteración asociada a la devolución directa de las capas superficiales del suelo da como resultado la pérdida de menos del 50% de las semillas que estaban en el almacenamiento de semillas del bosque en la etapa previa a la minería. En cambio, las pilas de acopio dan como resultado pérdidas de entre el 80% y el 90%. Otros aspectos, como la profundidad de la capa superficial del suelo que se vuelve a dispersar, la estación en la que se manipula el suelo y la época de germinación, también son importantes. Las semillas no sobrevivirán si se entierran a demasiada profundidad, y persisten mejor cuando el suelo se desplaza en la estación seca. Asimismo, los vegetales que nacen de semillas se establecen mejor cuando estas se aplican en una superficie recientemente alterada. En conjunto, el uso combinado del retorno de la capa superficial del suelo fresca, la siembra y el plantado de plantas "renuentes" dio como resultado muchas especies vegetales a los 15 meses, es decir, un registro igual al de terrenos de tamaño equivalente en bosques que no han experimentado operaciones mineras (véase LP **Rehabilitación**, p. 40).



Figura 5. Dispersión de la capa superficial del suelo en una operación en Alcoa

La industria minera de la India es diversa y se explotan muchos minerales en diferentes terrenos y regímenes climáticos. La minería de hierro se desarrolla en muchas zonas, entre ellas la isla de Goa. A pesar de la considerable investigación en cuestiones de rehabilitación, las compañías mineras han sido lentas en la aplicación de las prácticas innovadoras.

UBICACIÓN: Goa, India

DESCRIPCIÓN BREVE: superficie de minería de mineral de hierro de Goa

ÁREA DE PRÁCTICAS INNOVADORAS: rehabilitación; cierre y terminación

MANUAL(ES) DE CONSULTA: Rehabilitación de la mina; Cierre y terminación de la mina

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN: las minas de mineral de hierro de Goa son las más importantes de la India y se han explotado durante muchos decenios. Hasta hace poco tiempo, no se había prestado atención a la gestión ambiental y a los cierres de las minas. Se hicieron pruebas en una superficie de casi 5 ha, con plantaciones, adoptando un enfoque de horti-silvicultura: plantación de especies de crecimiento rápido como acacias, eucaliptos, casuarinas y anacardos. Además, se crearon jardines plantando árboles con gran valor medicinal. Se proveyó de riego de agua de lluvia juntada en la cantera de la mina, ya existente. Toda la zona estuvo estabilizada en cuatro años. Los resultados fueron excelentes y valorados por expertos en varios foros. Además de lo expuesto anteriormente, en colaboración con el Instituto Nacional de Oceanografía, la empresa convirtió una de sus canteras agotadas en un estanque para piscicultura en 1990. Con el paso de los años, peces comestibles, como labeo rojo, catla y carpa común han sido cultivados en dicho estanque, que ha pasado a ser un modelo de recuperación de cantera para todas las compañías mineras que trabajan en el país.



Figura 5.3 Vertedero de la mina original



Figura 5.3 Vertedero de la mina forestado, 7 años después

* **Contribución de:** Prof. Gurdeep Singh

Gestión del riesgo

Riesgo en el cierre y el postcierre (herencia)

Los riesgos asociados a las etapas de cierre y postcierre en el ciclo vital de la mina abarcan tanto consecuencias económicas como no económicas. Por su naturaleza, son riesgos de largo plazo. Deben considerarse las expectativas de la comunidad local, el Gobierno, los dueños de las tierras, los dueños de las propiedades colindantes y las ONG. Un proceso de cierre bien planificado y gestionado protegerá a la comunidad de consecuencias no previstas después de que la empresa se haya ido del distrito, y protegerá la reputación de la compañía.

Las estrategias de cierre para algunas operaciones mineras pueden incluir iniciativas para crear un legado duradero que mejore los valores sociales y/o ambientales en la zona cercana a la mina y en las comunidades de las zonas colindantes. Así, mejorará la reputación de la compañía minera.

En Australia, se encuentran ejemplos de riesgos de largo plazo en minas muy antiguas, cuando el cierre aún no era considerado, hasta no hace tanto tiempo. Como resultado de los 100 años de operaciones de la mina de cobre Mount Lyell Mining and Railway Company Ltd, en Queenstown, Tasmania, se depositaron más de 100 millones de metros cúbicos de derrubios de la mina, escoria de fundición y capa superficial del suelo en el río King y en el puerto de Macquarie. A pesar de que se dejó de enviar los derrubios a vertederos, en los que estaban expuestos sobre los taludes del río y en el delta se producía continuamente lixiviación de hierro, manganeso, aluminio y cobre, que ha contribuido sustancialmente a la carga de metales en las aguas y sedimentos del puerto de Macquarie. El estudio de caso en el Manual de Prácticas Innovadoras sobre el Riesgo (p. 17) ilustra los resultados del uso de técnicas de evaluación del riesgo que orientan en los procesos de rehabilitación y cierre de la mina.



Figura 5.3 El río King en Tasmania (SW) (Fuente de la imagen: Mount Lyell Mining)

Las empresas pueden usar técnicas cuantitativas de evaluación del riesgo para demostrar a la comunidad y a los entes reguladores que se han identificado los problemas del cierre y que se ha calculado un depósito de seguridad apropiado. En la mina de oro Martha en Waihi, Nueva Zelanda, un proceso de evaluación del riesgo cuantitativo determinó que la suma total de aproximadamente 5,6 millones de dólares permitiría que se completaran a perpetuidad la gestión de la tierra y las responsabilidades del mantenimiento. Esto era considerablemente menos que los 100 millones que varios grupos de la comunidad pensaban que habría que invertir.

Cuando se propuso una garantía a los entes reguladores, su estructura y cantidad se aceptaron sin inconvenientes. En la posterior audiencia ante el Tribunal Medioambiental, el juez eligió redondear la cantidad en 6 millones de dólares y WGC actualizó una garantía de capitalización por ese monto.

El proceso está sujeto a revisión anual, y WGC tendrá la oportunidad de volver a evaluar y modificar su perfil de riesgo postcierre. Se espera que, con el paso del tiempo, esto permita que la garantía de capitalización vaya reduciéndose (véase LP **Riesgo**, p. 29).



Figura 5.3 Mina Martha, Waihi, Nueva Zelanda

Provisión para el cierre de la mina

Las compañías mineras deben realizar una provisión anticipada de los gastos ordinarios debido a los costes de rehabilitación y cierre de la mina. Se considera que el monto de esta provisión es el mejor cálculo del desembolso necesario para saldar las obligaciones presentes, con un descuento que utiliza un índice de descuento antes de impuestos que refleja las evaluaciones actuales del mercado del valor temporal del dinero y los riesgos específicos de la responsabilidad. Los mejores cálculos del desembolso se basan en lo que una compañía pagaría racionalmente para saldar las obligaciones o transferir a un tercero en el momento. Las empresas deben asesorarse con profesionales del sector financiero sobre cómo encarar estas cuestiones contables.

Durante los decenios de 1980 y 1990, varios operadores mineros de Nueva Gales del Sur y otros estados y territorios se declararon insolventes, y las concesiones mineras, que estaban en la etapa de responsabilidad del cierre y la rehabilitación, se traspasaron al Gobierno. En muchos casos se descubrió que la garantía de seguridad que habían planteado los organismos gubernamentales representaba tan solo una pequeña porción de la suma real necesaria para cerrar con eficacia las operaciones según las normas correspondientes. Las compañías mineras y los entes reguladores ahora usan una herramienta de cálculo de las garantías basado en una hoja de cálculo para estimar más realísticamente la garantía de rehabilitación, y así garantizar que haya suficientes fondos disponibles si la mina cerrara prematuramente. Esta herramienta divide la mina en zonas separadas que tienen necesidades de rehabilitación similares en cuanto al uso de la tierra en la postminería. A estas zonas se las denomina "dominios" y, en general, incluyen zonas como la infraestructura, material bruto, instalaciones de almacenamiento de derrubios, vertederos de sobrecarga y de desechos de roca, zonas y agujeros operativos en activo y estructuras hídricas de superficie. En la imagen a continuación se presenta un ejemplo de una disposición de una mina característica, que muestra la asignación de dominios (véase LP **Cierre**, p. 31).

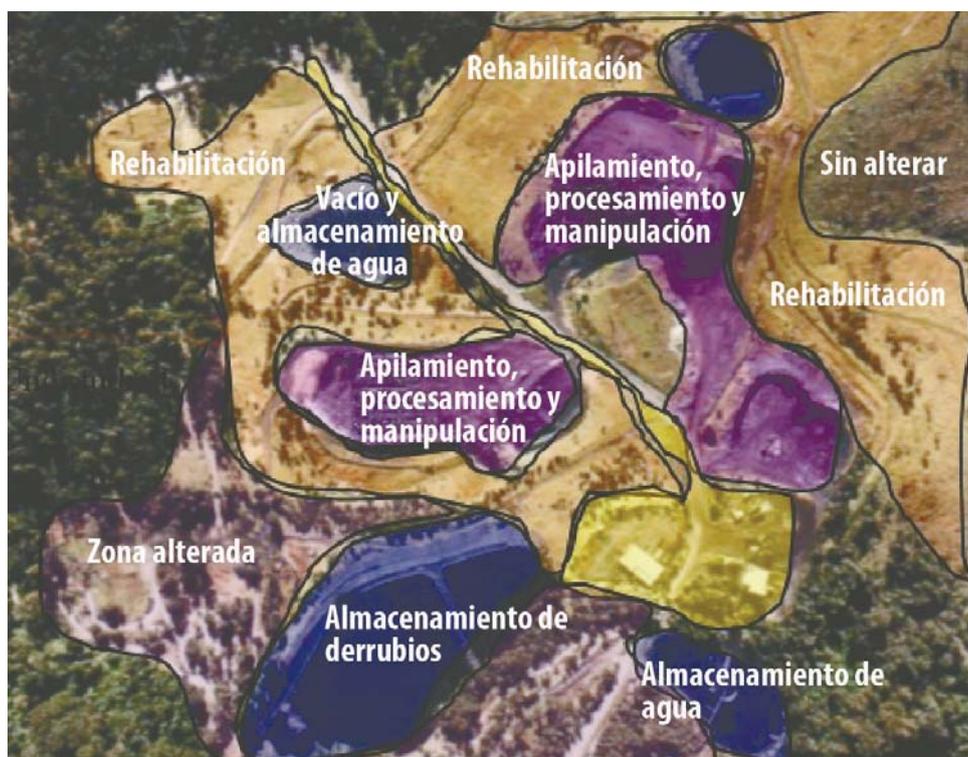


Figura 5.3 Ejemplos de dominios para estimar los costes de rehabilitación

Rehabilitación y cierre de los derrubios de la mina

Opciones para cubrir los derrubios

La rehabilitación y el cierre de las instalaciones de almacenamiento de derrubios (TSF) constituyen uno de los desafíos más grandes para la gestión de la mina, tanto en la minería de carbón como en la de roca dura. En la mayoría de los casos se requiere una cubierta sobre las TSF. Los posibles sistemas de cubierta de los derrubios, según un orden aproximado de mayor complejidad técnica y costes, son (Williams, 2005 y LP *Manual de Rehabilitación de las Minas*, 2006):

- Vegetación directa de los derrubios;
- Una capa delgada de grava puesta directamente sobre la superficie de los derrubios para mitigar el polvo;
- Una cubierta con vegetación, de capa única, con el fin de verter la escorrentía por precipitaciones en un clima húmedo;
- Una cubierta con vegetación, de acumulación/descarga sin vertido, con el propósito de reducir al mínimo la percolación de la descarga de las lluvias estacionales almacenadas mediante la evapo-transpiración en la estación seca;
- Una capa de umbral capilar, sobrepuesta con un medio de crecimiento de vegetación absorbente, con el propósito de controlar la absorción de sales en el medio de crecimiento que es sostén de la vegetación, para aplicar en climas secos y
- La combinación de todos los anteriores.

Algunas de las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de cobertura se resumen en la siguiente tabla.

SISTEMA DE COBERTURA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Vegetación directa	<ul style="list-style-type: none"> • Coste bajo, si funciona 	<ul style="list-style-type: none"> • Podría no ser sostenible por la falta de nutrientes y/o agua dulce
Capa delgada de grava	<ul style="list-style-type: none"> • Coste bajo, si la supresión del polvo es el propósito principal 	<ul style="list-style-type: none"> • No habrá vegetación • No limitará la infiltración pluvial y el consiguiente vertido
Capa única de vertido	<ul style="list-style-type: none"> • Suministra una cubierta vegetal en un clima húmedo 	<ul style="list-style-type: none"> • Podría deformarse a causa de la consolidación de los derrubios subyacentes, o deshidratarse en un clima seco, causando el vertido de infiltración pluvial
Acumulación/descarga	<ul style="list-style-type: none"> • Podría limitar la absorción de sales en el medio de crecimiento de la parte superior, que permite la vegetación 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere un espesor significativo de la cubierta que incluye una capa de sellado en la base • Podría no funcionar si se selecciona vegetación no apropiada o no sostenible
Umbral capilar	<ul style="list-style-type: none"> • Podría limitar la absorción de sales en el medio de crecimiento de la parte superior, que permite la vegetación 	<ul style="list-style-type: none"> • Un material de umbral capilar no apropiado o demasiado delgado permitirá la absorción de sales en el medio de crecimiento en un clima con evaporación • Un medio de crecimiento demasiado delgado o de grano demasiado grueso no permitirá la vegetación

Un ejemplo de vegetación directa lo proporciona la antigua mina Kidston, ubicada a 260 km al sudoeste de Cairns, en el norte de Queensland. Un objetivo del cierre de la mina de oro de Kidston era lograr una vegetación boscosa de sabana con árboles autóctonos e introducidos y especies nativas en la cubierta del suelo. Las 310 hectáreas de instalaciones de almacenamiento de derrubios contenían aproximadamente 68 Mt de derrubios, depositados entre 1985 y 1996. Las anteriores pruebas de reforestación realizadas a mediados de la década de 1990 demostraron la capacidad de los derrubios para sostener el crecimiento directo de vegetación, sin necesitar una capa de cobertura del suelo u otro material de cubierta (LP **Derrubios**, p. 49).



Figura 5.3 Colas de Kidston antes de la reforestación



Figura 5.3 Colas de Kidston después de la reforestación

Cianuro en los derrubios

El cianuro persistirá en el medio ambiente mucho tiempo después del cierre de la mina. La gestión del postcierre de esta sustancia útil, pero peligrosa, es esencial. Cuando en las operaciones de oro en **Wiluna** se consideró el cierre de las instalaciones de almacenamiento de derrubios, a finales del año 2000, se decidió evaluar el posible riesgo ambiental que la opción de cierre podría plantear. Se llevó a cabo la caracterización química de los derrubios, para medir el riesgo del cianuro y de otros metales pesados. Se concluyó que podría producirse algún filtrado menor, especialmente después de lluvias abundantes. Se espera que estas filtraciones y los posibles agentes de elución se controlen adecuadamente, según las exigencias de los entes reguladores. No era probable que la TSF se volviera ácida, dado que es consumidora de ácido (véase LP **Cianuro**, p. 64).



Figura 5.37 Muestreo de derrubios en Wiluna

Gestión hídrica

Para el plan de cierre de una mina es fundamental el desarrollo de un plan de rehabilitación progresivo que garantice:

- Que el paisaje postminería sea seguro y estable desde el punto de vista físico, geoquímico y ecológico;
- Que se haya establecido y definido claramente el uso sostenible acordado de la tierra para la etapa posterior a la minería, y que satisfaga a la comunidad y al gobierno;
- Que se hayan acordado criterios de éxito con las partes interesadas pertinentes, con la correspondiente vigilancia y presentación de informes a las partes interesadas; y
- Que se proteja la calidad de los recursos hídricos de los alrededores.

Durante el proceso de cierre de la mina de carbón **New Wallsend**, cerca de Newcastle, Nueva Gales del Sur, uno de los retos técnicos más importantes exigía la aplicación de técnicas novedosas, entre ellas, el restablecimiento de una sección de 500 metros del arroyo Maryland. El arroyo originalmente se había canalizado a través del emplazamiento, con el propósito de suministrar agua a instalaciones adicionales de apilado del carbón. El proyecto representó un cambio en relación con los trabajos tradicionales de construcción/desvío de arroyos que se utilizan ampliamente en la industria minera. El diseño se elaboró en consulta con los entes reguladores pertinentes y se basa en la reproducción de los procesos naturales para asegurar la estabilidad a largo plazo. A la fecha, se ha observado que la vegetación ribereña ha empezado a regenerarse, y en el postcierre se han llevado a cabo trabajos de cuidado y mantenimiento insignificantes (reparación de la erosión) (véase, LP **Agua**, p. 76).



Figura 5.38 Restablecimiento del arroyo Maryland, en la mina New Wallsend





AMEC 2010 *Interim Code of Conduct for Mineral Exploration in Western Australia* disponible en <http://www.amec.org.au/media/docs/AMEC-CodeOfConduct%28final%29.pdf>

ATSDR 1997, *Toxicological Profile for Cyanide*, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services, Atlanta, Georgia, USA, p. 46.

Auty, R.M. and Mikesell, R.F., 1998, *Sustainable Development in Mineral Economies*. Clarendon Press, Oxford.

Ballantyne, B. and TC Marrs (eds.), 1987, '*Toxicology of cyanides*', *Clinical and Experimental Toxicology of Cyanides*, Wright Publishers, Bristol, UK 1987.

Batley, G.E., Humphrey, C.L., Apte, S.C., and Stauber, J.L., 2003, *A Practical Guide to the Application of the ANZECC/ARMCANZ Water Quality Guidelines for the Mining Industry*, Australian Centre for Mining Environmental Research, Brisbane, Queensland.

Clarke T, 2008, Barnett: '*Esperance lead pollution still a major concern.*' *WA Today*, 10 de noviembre de 2008. Se puede acceder en <http://www.watoday.com.au/wa-news/barnett-esperance-lead-pollution-still-a-major-concern-20081110-5lg9.html>

Consejo de Minerales de Australia, 2004, *Enduring Value: The Australian Minerals Industry Framework for Sustainable Development*, Octubre de 2004. Canberra, Australia.

Den Dryver, J., *Relevance of International Code on Cyanide Management within Newmont Australia. Conferencia sobre desarrollo sostenible*, 10 al 15 de noviembre de 2002, Consejo de Minerales de Australia, Canberra.

Departamento de Industria, Turismo y Recursos, *Water Reform and Industry—Implications of recent water initiatives for the minerals, petroleum, energy, pulp and paper industries*. Preparado por ACIL Tasman (2007) http://www.nwc.gov.au/nwi/docs/Water_Reform_and_Industry.pdf

Departamento de Medio Ambiente, Agua, Patrimonio y Artes (DEWHA), *Intergovernmental Agreement on the Environment*. 1992

Departamento de Recursos, Energía y Turismo 2006-2009 Manuales del Programa de Desarrollo de Prácticas Innovadoras Sostenibles para la Industria Minera: Administración responsable; Cierre y terminación de minas; Contaminantes aéreos, ruido y vibraciones; Evaluación del rendimiento: vigilancia y auditoría; Gestión de la diversidad biológica; Gestión del riesgo; Gestión hídrica; Manejo de los derrubios; Manejo de materiales peligrosos; Manejo del cianuro; Manejo del drenaje de ácidos y metales; Participación de la comunidad y desarrollo; Rehabilitación de minas; Trabajar con las comunidades indígenas. Disponibles en http://www.ret.gov.au/resources/resources_programs/lpsdpmining/pages/default.aspx

Departamento de Recursos, Energía y Turismo, 2008, *Evaluation and Review of the Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry*. 2008, SKM

Donato, DB & Smith, GB., 2007, *Summary of Findings : ACMER Project 58, Sunrise Dam gold mine sponsor's report*, AngloGold Ashanti Australia, Donato Environmental Services SA, pp. 27.

Dowd, 2005, The Business Case for Prevention of Acid Drainage. Nota al pie del discurso del 23 de agosto de 2005, ACMER workshop, http://www.inap.com.au/public_downloads/Whats_New/PD_Keynote_Speech_23_August_2005.doc

Environment Australia 1995, *Best Practice Environmental Management in Mining Series—Onshore Minerals and Petroleum Exploration*. Disponible en <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMOnshoreExp.pdf>

Environment Australia 1998, *Best Practice Environmental Management in Mining Series—Cyanide Management*. Disponible en <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMOnshoreExp.pdf>

Environmental Protection Authority (WA), 2004a, *Guidance for the Assessment of Environmental Factors (in accordance with the Environmental Protection Act 1986)* No. 51. Terrestrial Flora and Vegetation Surveys for Environmental Impact Assessment in Western Australia.

Environmental Protection Authority (WA), 2004b, *Guidance for the Assessment of Environmental Factors (in accordance with the Environmental Protection Act 1986)* No. 56. Terrestrial Fauna Surveys for Environmental Impact Assessment in Western Australia.

Gobierno de Australia, *Australia State of the Environment 2006*, Informe independiente para el Ministro de Medio Ambiente y Patrimonio del Gobierno de Australia, Canberra.

Harvey, B and Brereton, D., 2005, *Emerging models of community engagement in the Australian minerals industry, International Conference on Engaging Communities*, Brisbane.

Hilson, G., Basu, A.J., 2003, *Devising indicators of sustainable development for the mining and minerals industry: an analysis of critical background issues*. International Journal of Sustainable Development and World Ecology 10 (4), 319e332.

ICMM 2003 *Sustainable Development Framework* disponible en <http://www.icmm.com/our-work/sustainable-development-framework/10-principles>

Laurence, D.C. ,2011, "Establishing a Sustainable Mining Operation–An Overview" Journal of Cleaner Production Vol. 19, Issue 2-3, Jan/Feb 2011 Elsevier Science Ltd

Laurence, D.C., 2005, *Safety Rules and Regulations on Mine Sites–The Problem and a Solution*. Journal of Safety Research. Volume 36, Issue 1, p. 39-50 ISSN 00224375.

Laurence, D.C. 2006, "Why Do Mines Close?" *Actas del Primer Seminario Internacional sobre cierre de minas*. Australian Centre for Geomechanics, Perth, pág. 83-94. ISBN 0 975675664.

Olsson, P, Folke, C & Berkes, F, 2004, 'Adaptive co-management for building resilience in social-ecological systems', Environmental management, vol. 34, no. 1, pág. 75-90.

Rajaram, V., Dutta, S., Parameswaran, K., 2005, *Sustainable Mining Practices: A Global Perspective*. Taylor and Francis Group, London UK. ISBN 90 5809 689 0.

Richardson, ML (ed.), 1992, *The Dictionary of Substances and their Effects*, Royal Society of Chemistry, UK, pp. 716-718.

Rudenno, V. 1999, *Mining Valuation Handbook* Wiley ISBN 9780731409839.

Safe M, 2009, "Bad vibrations", *The Australian* 26 de enero de 2009.

Scott, P.A., Eastwood, G., Johnston, G. and Carville, D., 2000, *Early Exploration and Pre-feasibility Drilling Data for the Prediction of Acid Mine Drainage for Waste Rock*, Actas del Tercer Taller de Drenaje de ácido de minas , Townsville.

van Berkel, R., 2002, *Application of cleaner production principles and tools for eco-efficient minerals processing, proceedings Green Processing 2002: International Conference on the Sustainable Processing of Minerals*, Australian Institute of Mining and Metallurgy, Cairns.

WBCSD, 2000, *Eco-efficiency: creating more value with less impact*, World Business Council for Sustainable Development, Geneva, p.32.

Williams, D.J., 2005, Chapter 17: *Placing covers on soft tailings, Ground Improvement-Case Histories*, 491-512. Eds B. Indraratna and J. Chu. Elsevier.





GLOSARIO Y ACRÓNIMOS

Acidez

Una medida de la concentración de iones de hidrógeno (H⁺) y acidez mineral (latente). En general, se expresa como mg/CACO₃ equivalente. Se mide por titulación en el laboratorio o se calcula del pH y los datos de calidad del agua.

Ácido

Una medida de la concentración de iones de hidrógeno (H⁺); en general, se expresa como pH. Ácido no equivale a acidez (véase la definición más arriba).

Acuerdos Indígenas de Uso de la Tierra (ILUA)

Los ILUA se usan para negociar con los indígenas que cuentan con intereses en títulos de propiedad nativa en relación con las leyes que afectan dichos títulos. En virtud de la Ley de Títulos de Propiedad Nativa, un ILUA registrado es vinculante desde el punto de vista jurídico para todos aquellos que posean títulos nativos en la zona del acuerdo, formen o no parte del acuerdo.

Administración responsable (también conocida como administración responsable de los materiales)

Una expresión fundamental que abarca la administración responsable de productos, procesos y recursos. Describe un programa integrado de medidas destinadas a garantizar que todas las acciones vinculadas a los materiales, procesos, bienes y/o servicios que se producen, consumen y eliminan a lo largo de la cadena de valor se realicen de una manera responsable desde el punto de vista social y ambiental.

Administración responsable de los materiales

La administración responsable de los materiales es fundamental para un enfoque de administración responsable en tanto se aplica a recursos, procesos y productos y, por consiguiente, abarca el ciclo vital completo. Describe un programa integrado de medidas destinadas a garantizar que todas las acciones vinculadas a los materiales, procesos, bienes y/o servicios que se producen, consumen y eliminan durante la cadena de valor se realicen de una manera responsable desde el punto de vista social y ambiental.

Administración responsable de los procesos

Comprende un programa de medidas destinadas a garantizar que los procesos, como el tratamiento de las rocas y minerales para eliminar componentes no deseados, la floculación, la trituración, la separación por gravimetría y otros procesos de producción de minerales, concentrados y otros productos minerales se lleven a cabo de manera responsable desde el punto de vista social y ambiental.

Administración responsable de los productos

Esta es quizás la forma más conocida de administración responsable. Se trata de un enfoque centrado en los productos para proteger la salud humana y el medio ambiente. Su propósito es reducir al mínimo el impacto neto en el medio ambiente del uso de un producto, que incluye su fabricación, distribución, servicios y la gestión del fin de su vida útil, a través del diseño del producto y de los sistemas del producto así como los

controles regulatorios y el suministro de información apropiada de gestión para todos los que entren en contacto con él. Se trata de un enfoque centrado en el producto que intenta que toda la cadena de valor, incluidos los clientes, se involucren. En virtud de un esquema más amplio de Responsabilidad por el producto, o Administración responsable, otras partes interesadas (socios) que pueden compartir las responsabilidades incluyen a los consumidores (uso responsable y eliminación del material) y recicladores o gestores de desechos que se encargan de los productos cuando termina su vida útil.

Administración responsable de los recursos

Comprende un programa de medidas para garantizar que los insumos de recursos en un proceso, incluidos minerales, agua, productos químicos y energía, se usen de la manera más eficiente y apropiada.

Agua de decantación o sobrenadante

Masa de agua de procesamiento que se ha separado de los derrubios sólidos (agua sobrenadante) en las instalaciones de almacenamiento de derrubios, más cualquier escorrentía de precipitaciones recogida en la instalación.

Agua de superficie

Toda agua natural expuesta a la atmósfera, a excepción de océanos y estuarios.

Agua sin tratar

Agua que no ha pasado a través de una tarea hídrica en el emplazamiento, como el agua de lluvia.

Agua sobrenadante

El agua estancada en una superficie de derrubios después de la sedimentación de la pasta depositada de los derrubios.

Aguas subterráneas

Agua por debajo de la superficie que llena los poros entre medios porosos, como el suelo, la roca, el carbón y la arena y, en general, forma acuíferos. En algunas jurisdicciones, la profundidad debajo de la superficie del suelo también se usa para definir las aguas subterráneas (aunque diferentes estados pueden usar diferentes profundidades).

Aliviadero

Una estructura construida en el perímetro de la instalación de almacenamiento de derrubios, diseñada para que pase la escorrentía de lluvia excesiva.

Análisis arbóreo de sucesos

Una técnica utilizada para describir la amplitud y la secuencia de los posibles resultados de un suceso.

Análisis de las funciones de los ecosistemas (EFA)

Un procedimiento que utilizan algunas minas para evaluar la función y recuperación de los ecosistemas tras su alteración. Tiene tres componentes: análisis de la función del paisaje, dinámicas de la vegetación y complejidad del hábitat.

Análisis del riesgo

El proceso sistemático usado para entender la naturaleza del riesgo y deducir su nivel. Proporciona la base para la evaluación del riesgo y las decisiones para tratarlo.

Análogo

Rasgo no sometido a operaciones mineras que puede compararse con un rasgo que se haya sometido a dichas operaciones.

Análogo natural

Una topografía no sometida a la minería con la que puede compararse una topografía que lo haya estado, para elaborar topografías sostenibles en la postminería.

ANC

Capacidad de neutralización del ácido. Se expresa en equivalente de kg H₂SO₄ por tonelada.

Ángulo de reposo

El ángulo máximo desde la horizontal en el que un material determinado permanecerá en una superficie determinada sin deslizarse ni rodar.

APP

Potencial de producción de ácido. Se expresa en kg H₂SO₄ por tonelada.

Arcén

Una meseta o listón construidos en un terraplén o pared inclinada para romper la continuidad de la ladera que era larga, con el fin de fortalecer y mejorar su estabilidad, para captar o detener el material barroso de la ladera o para controlar el flujo del agua de escorrentía y la erosión.

Autoridad responsable

Cualquier organismo gubernamental que dispone del poder para aprobar actividades conexas al proceso de cierre.

Balance hídrico

La suma de ingresos de agua, que incluye el agua de procesamientos y la escorrentía del agua de lluvia; y las salidas: evaporación, agua de retorno, agua producida en los derrubios y en el filtrado, en una instalación de almacenamiento de derrubios.

Bancal

Una pared de retención de tierra. Construcción baja que suele estar alrededor de las zonas de posibles drenajes para reducir el riesgo de contaminación del medio ambiente. Es importante que estas estructuras puedan retener el volumen de cualquier potencial drenaje.

Bentónico

Refiere a los organismos que viven en o sobre los sedimentos de los hábitats acuáticos (lagos, ríos, estanques, etc.).

Resguardo

La elevación de la cima de una pared de contención sobre la superficie de los derrubios, para el almacenamiento del agua de tormentas.

Cadena de suministro

Una cadena o progresión que empieza con la materia prima y finaliza con la venta del producto terminado o del servicio. Representa el movimiento del flujo de materiales, información y economía en un proceso desde el proveedor hasta el fabricante pasando por el mayorista al minorista y el consumidor.

Cadena de valor

Los procesos y prácticas en la producción y uso de un material o producto que comprende colectivamente el valor del bien.

Cálculo de acidez

Una técnica analítica que determina el potencial máximo de acidez que puede generarse por oxidación de sulfuros, en comparación con el potencial de neutralización de las rocas o los derrubios. También se usa para predecir si el material será generador de ácidos, neutro o generador de álcalis.

Capa de base

La capa de cimientos de suelo o de roca que forma la base de una estructura de ingeniería.

Ceniza de la central eléctrica

Un subproducto de la producción de electricidad en las centrales eléctricas alimentadas a carbón.

Cenizas volantes: véase Cenizas de la central eléctrica

Centrifugador

Un aparato que extrae el agua de la pasta al aplicar una fuerza centrífuga en una superficie de drenaje.

Cianuro WAD

El cianuro disociable en ácido débil (WAD) comprende tanto el cianuro libre como complejos débiles o moderadamente estables, como los del cadmio, cobre y zinc, que se liberan fácilmente de los complejos que contienen cianuro (formas de cianuro) cuando se baja el pH usando un ácido débil, como ácido acético. La definición detallada de cianuro WAD puede diferir según el método analítico utilizado (véase el Apéndice 1).

Ciclo vital

Una empresa tiene que examinar cada paso en el ciclo vital de un producto, incluidos los que se ignoran con facilidad, como el destino del producto después de su vida útil. Estos pasos suelen incluir la extracción y el procesamiento de materiales; fabricación, transporte y distribución; utilización, reutilización, mantenimiento; reciclado y eliminación final.

Cierre

Un proceso completo de la vida de la mina que generalmente culmina en el desalojo de la concesión. Incluye el desmantelamiento y la rehabilitación.

Cierre temporal (cuidado y mantenimiento)

La etapa que sigue al cese temporal de las operaciones, cuando la infraestructura permanece intacta y el emplazamiento sigue bajo gestión.

CIL

Carbono en lixiviación. Un proceso para recuperar oro en carbono activado durante los procesos de lixiviación por agitación.

CIP

Carbono en pulpa. Un proceso metalúrgico similar al CIL usado para recuperar oro.

Compensaciones para la diversidad biológica

Las medidas en pos de la conservación se toman con el fin de compensar el perjuicio residual e inevitable causado por proyectos de desarrollo, de manera que garanticen que no haya pérdida neta de la diversidad biológica.

Comunidad

Existen varias maneras de definir comunidad. En lo que respecta a la industria minera, la palabra se aplica generalmente a los habitantes de las zonas vecinas y colindantes afectados por las actividades de la empresa. "Comunidad local" suele indicar una comunidad en la que se ubican las operaciones y puede incluir población indígena y no indígena.

Conductividad hidráulica

También se conoce como permeabilidad (del agua). Una medida de la capacidad de un material poroso para el paso del agua.

Consejo de Tierras Aborígenes

Los Consejos de Tierras Aborígenes son los organismos más importantes en relación a los asuntos indígenas en los estados australianos y el Territorio del Norte.

Consolidación

La expulsión del agua de una pasta establecida.

Consulta

El acto de brindar información o consejo sobre un evento, actividad o proceso actual o propuesto y la búsqueda de respuestas relativas a ello.

Contención de los derrubios

Se suele construir inicialmente como un terraplén de tierra de arranque, con paredes construidas usando material tomado en préstamo y/o derrubios. La construcción puede estar aguas abajo, usando material tomado en préstamo, o en el medio o aguas arriba cuando se usa material tomado en préstamo o, predominantemente, derrubios.

Control del riesgo

Proceso, política, mecanismo, práctica o cualquier otra medida existente que funcione para mitigar el riesgo negativo o mejorar las oportunidades positivas.

Coste de probabilidad

Estimaciones del valor (coste o beneficio) que cuenta para la probabilidad de ocurrencia y el rango de valores del resultado. Los valores se expresan mediante un análisis estadístico (por ej., la simulación de Monte Carlo) usando una distribución estadística del rango de valores posibles que cuentan para la probabilidad y momento de ocurrencia del evento.

Crear un paisaje lunar

Una técnica que usa una hoja empujadora para festonear según un modelo que ayuda a impedir la erosión.

Criterios de terminación

Un estándar o nivel acordado de funcionamiento que demuestra el cierre exitoso del emplazamiento.

Criterios del riesgo

La base de referencia para evaluar el grado de un riesgo.

Cubierta alcalina

Una cubierta del suelo, por ejemplo, capa de agua o cubierta de acumulación y descarga (definida más abajo) que tiene un componente de "generación de alcalinidad" desplegado por encima, dentro o en la base de la cubierta. Su propósito es reducir al mínimo la infiltración y garantizar que toda el agua que migra a través de la cubierta contenga alcalinidad sustancial.

Cubierta de acumulación y descarga

Una cubierta con vegetación, sin vertido, con el propósito de reducir al mínimo la percolación de la descarga de las lluvias estacionales almacenadas mediante la evapotranspiración en la estación seca.

Cubierta de agua

Agua de la capa o de la superficie (por ej., en una instalación de almacenamiento de derrubios o una cantera) o agua subterránea (por ej., en una cantera rellena) cuyo propósito es limitar el ingreso de oxígeno a los materiales que generan AMD.

Cubierta del suelo

Una o más capas de materiales similares al suelo que se prevé limiten la percolación del agua de lluvia o el ingreso de oxígeno, o ambos, en los materiales generadores de ADM.

Cuidado y mantenimiento (cierre temporal)

La etapa que sigue al cese temporal de las operaciones, cuando la infraestructura permanece intacta y el emplazamiento sigue bajo gestión.

Derrubios

Una combinación del material sólido de grano fino que permanece después de que los metales y minerales recuperables se han extraído del mineral sometido a la minería triturado y molido y de cualquier proceso hídrico remanente.

Derrubios empastados con cemento

Derrubios con la consistencia de una pasta, a los que se agregó cemento para fortalecer más el relleno de los escalones del subsuelo.

Derrubios en pasta

Derrubios espesados para adquirir una consistencia de pasta, con alta fluencia, caída reducida y agua de purgado. Se agrega cemento para producir relleno de derrubios cementados en pasta para los escalones que llevan al subsuelo de la mina.

Derrubios espesados

Derrubios espesados a una alta densidad, que se estancan en una ladera muy empinada y segregan menos que la pasta de derrubios, produciendo mucha menos agua sobrenadante.

Desagüe

Eliminación del agua mediante espesado, filtrado o centrifugado de la pasta.

Desagüe in situ

Drenaje de los derrubios húmedos depositados cuando se someten a sedimentación, consolidación y desecación.

Desarrollo sostenible

Desarrollo que cumple con las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

Desborde

Agua o pasta de derrubios que traspasan la parte superior de la estructura de contención.

Descarga en la parte inferior de un valle

Descarga de los derrubios espesados en la parte inferior de un valle hacia un muro de contención, ubicado en la cabecera de la cuenca de captación.

Descarga espesada central

La descarga de los derrubios espesados de una o más torres o descargas ubicadas dentro del cuerpo de la instalación, con solo una pared perimetral nominal donde se recupera toda el agua sobrenadante.

Desecación

Secado, retracción y agrietado de las superficies de derrubios por evaporación solar.

Desecho de roca

Roca sin valor económico extraída del subsuelo durante una operación minera para poder acceder al mineral.

Desecho reactivo

Desecho que reacciona cuando se expone al oxígeno.

Desmantelamiento

El proceso que se inicia cerca o en el momento de dejar de producir mineral y finaliza con la eliminación de toda la infraestructura y servicios no deseada.

Desoxigenación

El acto u operación de privar de oxígeno.

Diversidad biológica

La variedad de la vida de nuestro planeta, medible como la variedad intraespecies, entre especies y la variedad de los ecosistemas. Véase la sección 2.1 de esta guía para una definición más completa.

Drenaje de ácidos y metales

El drenaje de ácidos y metales, para el que en general se utilizan las expresiones “drenaje de ácido de la mina” o “drenaje de ácidos de roca”, comprende tanto el drenaje de ácidos como el de minerales metalíferos y el drenaje de minerales metalíferos casi neutros.

Drenaje del ácido de la mina

El drenaje de ácidos de los residuos de las minas que se originan en la oxidación de sulfuros, como pirita.

Drenaje inferior

Suministro de desagües por debajo de un depósito de derrubios para facilitar que

desagüen para abajo.

Dueño de tierras

El dueño de tierra con dominio absoluto sobre ella, el que tiene un contrato de arrendamiento sobre la tierra o cualquier persona u organismo que ocupe o tenga derechos acumulados sobre la tierra en dominio absoluto o en arrendamiento.

Ecoeficiencia

La ecoeficiencia se logra "entregando bienes y servicios a precios competitivos que satisfagan las necesidades humanas y ofrezcan calidad de vida y, al mismo tiempo, reduzcan progresivamente los impactos ecológicos y la intensidad de los recursos a lo largo del ciclo vital, a un nivel al menos acorde con la capacidad de sustentación de la Tierra".

Ecosistema

Un sistema cuyos miembros se benefician con la participación de los demás a través de relaciones simbióticas (relaciones beneficiosas para todos). Es un término original de la biología y se refiere a sistemas que son autosuficientes.

Ecosistema funcional

Un ecosistema que es estable (no está sujeto a un ritmo de erosión elevado), eficaz en la retención de agua y nutrientes y autosuficiente.

Efecto de arrastre

El agua que está confinada en la roca o el carbón después de su procesamiento. El contenido de humedad después del procesamiento usualmente es mayor que antes de él.

Eliminación conjunta

La eliminación combinada de desechos de la mina de grano grueso y fino, como la eliminación conjunta bombeada de desechos del lavadero de carbón.

Emplazamiento contaminado

Un emplazamiento con sustancias peligrosas en concentraciones por encima de los niveles iniciales y del cual la evaluación muestra que plantea, o probablemente plantee, un peligro inmediato o a largo plazo para la salud humana o el medio ambiente.

Emplazamiento huérfano

Una mina abandonada que, o bien carece de parte responsable, o bien esta no puede ser localizada.

Emplazamiento inactivo

Una zona de procesamiento de minería o minerales que en el momento actual no está en funcionamiento, pero que aún sigue bajo algún tipo de convenio. Con frecuencia, son los emplazamientos de los que se dice que están en situación de "cuidado y mantenimiento".

Encapsulamiento

Rodear un desecho reactivo con materiales benignos que lo aíslan del ingreso de oxígeno y/o del flujo de agua.

Escalón

Mina subterránea que se abre o vacía.

Escollera

Un ensamblado suelto de rocas rotas ubicado para proteger el suelo de las fuerzas de la erosión o de los movimientos causados por fuerzas hidrostáticas excesivas.

Especies endémicas

Vegetales o animales autóctonos de una localidad o región geográfica determinadas.

Especies pioneras

Las primeras especies en colonizar una zona alterada.

Especies renuentes

Especies que resulta difícil volver a establecer.

Espesador

Un mecanismo para aumentar la densidad de una pasta.

Espesador de alta velocidad

Un espesador por el que pasa una pasta a alta velocidad, con tiempo de residencia limitado, lo que permite una dosis alta de floculante.

Espesador de lecho profundo

Un espesador que se basa en una acción de elevamiento para reducir al mínimo la probabilidad de "empantanamiento" y permitir que se espese un lecho profundo de pasta y que se entregue a pedido.

Espiga

Una rama que sale de la principal entrega de derrubios desde donde se descargan del muro de contención de una instalación para almacenamiento de derrubios.

Estanque estéril

Estanque de almacenamiento de una solución, del que se ha extraído oro.

Estudios de la base de referencia

Estudios que se realizan para describir las condiciones que existen antes de tomar una medida.

Evaluación del riesgo

El proceso de comparar el nivel del riesgo con los criterios del riesgo.

Evaporación

El proceso por el cual el agua se convierte de líquido en vapor y se pierde en la atmósfera.

Exploración

La búsqueda de filones de minerales hasta el descubrimiento. Incluye la delineación del filón mediante perforación y muestreo.

Factor de seguridad

El factor por el cual las acciones que resisten exceden a las acciones de alteración.

Floculantes

Aditivos químicos que facilitan la aglomeración de las partículas de derrubios para ayudar y apurar la sedimentación y consolidación.

Formas del cianuro

Existen complejos de cianuro con oro, mercurio, cobalto e hierro que son muy estables incluso en condiciones moderadamente ácidas. Tanto los ferrocianuros como los ferricianuros se descomponen para liberar cianuro libre cuando se exponen de manera directa a la luz ultravioleta en soluciones acuosas. Este proceso de descomposición se revierte a oscuras. La estabilidad de las sales y complejos de cianuro es dependiente del pH y, por lo tanto, sus toxicidades pueden variar.

Geomembrana

Una hoja fabricada de baja permeabilidad como el polietileno de alta densidad (HDPE).

Geotécnico

La ingeniería de las estructuras de superficie y subterráneas.

Gestión adaptable

Un proceso sistémico para mejorar de manera continua las políticas y prácticas de gestión, aprendiendo de los resultados de los programas operativos. Las Orientaciones en buenas prácticas de Minería y Diversidad Biológica del ICMM se refieren a la gestión adaptable como "hacer-vigilar-evaluar-revisar".

Gestión del riesgo

El proceso y las estructuras dirigidas a darse cuenta de cuáles son las posibles oportunidades mientras se gestionan los efectos adversos.

Patrimonio cultural

El patrimonio cultural abarca las cualidades y atributos de los lugares que tienen valor estético, histórico, científico o social para las generaciones pasadas, presentes y futuras. Estos valores pueden observarse en características físicas del lugar, pero es importante considerar que también pueden ser cualidades intangibles, como asociaciones de personas con un lugar, o sentimientos de la gente respecto de un lugar.

Hidrosiembra

Rociar una mezcla de mantillo de papel o paja que contiene semillas, fertilizante y un agente aglutinante en una ladera que es demasiado empinada o inaccesible y en la que no se puede recurrir a técnicas de siembra convencionales.

Huella

Área delimitada de la mina y la infraestructura asociada a ella.

Impacto ambiental

Daño perjudicial para el medio ambiente.

Impacto en la comunidad

Daño perjudicial en la comunidad vecina.

Impacto social

Daño perjudicial para la sociedad.

Indicador ambiental

Un parámetro (o valor derivado de un parámetro) que da información sobre un fenómeno ambiental.

Instalaciones para almacenamiento de los derrubios

Una zona usada para contener derrubios. Su función principal es lograr la sedimentación, consolidación y desecación de sólidos y facilitar la recuperación o eliminación del agua sin producir impactos en el medio ambiente. Se refiere a la instalación completa y puede incluir uno o más almacenamientos de derrubios.

Ladera (derrubios)

El ángulo de los muros de contención de los derrubios y de las playas de derrubios.

Ladera inclinada

Hacer un hueco o inclinar una pared con rumbos sucesivos.

Licencia para funcionar

El permiso que da el gobierno mediante instrumentos jurídicos formales y acuerdos legales a la industria minera para llevar a cabo la minería y producir minerales a partir de operaciones específicas.

Licencia social para funcionar

El reconocimiento y la aceptación de la contribución de una empresa a la comunidad en la que está trabajando, que va desde las exigencias jurídicas básicas hasta el desarrollo y el mantenimiento de relaciones constructivas con las partes interesadas, imprescindibles para que el negocio sea sostenible. Por sobre todo, un esfuerzo para que las relaciones se basen en la honestidad y el respeto mutuo.

Lixiviación de las pilas

Usar productos químicos para disolver minerales o metales fuera de una pila de mineral. Durante la lixiviación de las pilas de oro, una solución de cianuro percola a través de la pila de mineral triturado o una plataforma o bases de plataforma impermeables.

Manejo de los derrubios

Manejar los derrubios durante el ciclo vital, que incluye su producción, transporte, ubicación y almacenamiento, y el cierre y la rehabilitación de las instalaciones de almacenamiento de derrubios.

Medio ambiente receptor

El medio ambiente receptor que está ubicado en los alrededores o donde finaliza una operación de una concesión (o donde finaliza el acuífero).

Método, construcción o creación de la parte inferior

Construcción de muros de contención de derrubios en una dirección a la parte inferior, en general usando desecho de roca o materiales en préstamo.

Método, construcción o creación de la parte superior

Construcción de los muros de contención de derrubios en una dirección hacia la parte más alta de la mina, sobre la parte superior de derrubios consolidados y desecados, usando desechos de roca o derrubios.

Método, construcción o creación del eje longitudinal

Construcción de las paredes de contención de los derrubios por encima de una alineación de puntos altos fijos usando desechos de rocas, materiales en préstamo o derrubios.

Mina o sitio abandonado

Una zona que anteriormente se utilizaba para minería o procesamiento de minerales, cuyo cierre no se ha completado, pero sus propietarios siguen existiendo.

Modelo de bloque

Un modelo tridimensional de la distribución los materiales minerales y residuales con diferentes propiedades geoquímicas (minas metalíferas).

Modos de fallo

Los mecanismos por los cuales una instalación de almacenamiento de derrubios puede fallar.

Muro de arranque

El muro de contención inicial de una instalación de almacenamiento de derrubios.

NAG

Prueba de potencial neto generador de ácido, a la que también se denomina “prueba de adición única NAG”. El peróxido se usa para oxidar todos los sulfuros en una muestra; así, cualquier ácido generado durante la oxidación puede ser consumido parcial o completamente neutralizando componentes de la muestra. Toda acidez remanente se expresa como kg H₂SO₄ por tonelada. Una “prueba NAG secuencial” comprende una serie de pruebas NAG en una muestra. Esto podría necesitarse si una muestra no puede oxidarse usando la prueba NAG convencional.

NAPP

Potencial neto de producción de ácido. Se expresa en kg H₂SO₄ por tonelada. Se calcula sustrayendo la capacidad de neutralización de ácido (ANC) del potencial de producción de ácido (APP)

Norma de gestión del riesgo AS/NZS 4360

La Norma de gestión del riesgo 4360 de Australia y Nueva Zelanda es un marco general para establecer el contexto, identificar, analizar, evaluar, tratar, vigilar e informar riesgos.

NPI

Inventario Nacional de Contaminantes

Organizaciones no gubernamentales (ONG)

Un grupo o asociación sin fines de lucro organizada por fuera de las estructuras políticas institucionalizadas con objetivos sociales particulares (como la protección del medio ambiente, por ejemplo) o que trabajan para conjuntos de personas (como los pueblos indígenas, por ejemplo). Las actividades de las ONG van desde la investigación, la distribución de información, la capacitación, la organización local y el servicio a la comunidad, hasta la defensa de derechos, ejercer presión para el cambio de leyes y la desobediencia civil. Su tamaño varía: pueden ser grupos pequeños dentro de una comunidad en particular o grupos muy grandes con muchos miembros, con un alcance nacional o internacional.

País

Cuando se usa en el contexto de “vivir en un país” o “hablar por el país” se refiere a una zona de Australia con la que una persona en particular o un pueblo indígena tiene una conexión tradicional y un sentido de pertenencia.

Pared de contención

Una estructura que encapsula externamente los derrubios.

Parte inferior o cara externa

Perímetro externo de la instalación para el almacenamiento de derrubios expuesta al medio ambiente

Parte interesada

Una persona, grupo u organización con un interés en el proceso de cierre de una mina o en sus resultados.

Partes interesadas

La gente y las organizaciones que pueden afectar, ser afectadas por o sentirse afectadas por una decisión, actividad o riesgo.

Participación

En su acepción más simple, la participación es la comunicación eficaz con la gente que afecta las actividades de una empresa y está afectada por ellas (sus partes interesadas). Un buen proceso de participación en general comprende identificar y dar prioridad a las partes interesadas, dialogar para comprender sus intereses en un tema determinado y todas las preocupaciones que puedan tener al respecto, explorando con ellos las maneras de hacer frente a este problema y comunicándoles las medidas que se adopten. En un nivel más complejo, la participación significa negociar resultados acordados sobre cuestiones de preocupación o interés mutuo.

Participación de la comunidad

Vínculo deliberado y estratégico con las comunidades y las personas que viven muy cerca de las actividades mineras y que podrían verse afectadas por ellas. La participación eficaz en general comprende identificar y dar prioridad a las partes interesadas, dialogar para comprender sus intereses en un tema determinado y todas las preocupaciones que puedan tener al respecto, explorando con ellos las maneras de hacer frente a este problema y comunicándoles las medidas que se adopten.

Pasta

Un sólido finamente dividido que se deposita de los espesadores.

Pasta de derrubios

Derrubios sólidos incrustados en agua de procesos que se producen en la planta de procesamiento en una baja densidad, que encallan en una ladera plana, se separan de la playa y producen considerable agua sobrenadante.

Peligro

Un peligro es una fuente de un posible daño.

Percolación

Filtrado o infiltración en el medio ambiente receptor.

Permiso de desalojo

Aprobación formal de la autoridad regulatoria pertinente, que indica que se han cumplido los criterios de terminación de la mina de manera satisfactoria.

Piezómetros

Sensores utilizados para vigilar las aguas subterráneas que se acumulan debajo y las instalaciones de almacenamiento de derrubios colindantes.

Pila de minerales de bajo grado

Material que se ha sometido a un proceso de minería y apilado, con suficiente valor para justificar un procesamiento, ya sea mezclado con rocas de alto grado después de que el mineral de alto grado se haya agotado, pero que suele quedar como “desecho”.

Plataforma del material bruto (ROM)

La pila de mineral recién sometido a la minería o usado para alimentar el molino y la planta de procesamiento.

Playa de derrubios

El delta que se forma en la descarga de una pasta que puede convertirse en flujo.

PM10

Materia particulada de menos de 10 micrones de diámetro

PM2.5

Materia particulada de menos de 2,5 micrones de diámetro

PPV

Velocidad de las partículas de pico (ppv) es una medida de la magnitud de la vibración del suelo y es la velocidad de partículas espontáneas máxima en un punto durante un intervalo de tiempo determinado, medida en mms-1. (La velocidad de las partículas de pico puede tomarse como la suma de vectores de tres velocidades de componentes de partículas en direcciones mutuamente perpendiculares)

Práctica innovadora

La mejor práctica disponible que promueva el desarrollo sostenible.

Presentación de informes del estado del medio ambiente (SoE)

La presentación de informes se realiza tanto a nivel nacional/estatal como territorial. En ellos se informa sobre el medio ambiente y las condiciones del patrimonio, tendencias y presiones en el continente australiano, mares circundantes y otros territorios externos de Australia.

Principio de precaución

Donde existan amenazas de daños serios o irreversibles para el medio ambiente, la falta de certeza científica no debería usarse como una razón para posponer medidas que impidan la degradación ambiental (DEWHA 1992).

Proceso de gestión del riesgo

La aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas de gestión para las tareas de comunicar, establecer el contexto, identificar, analizar, evaluar, tratar, vigilar y examinar el riesgo.

Producción más limpia

La aplicación continua de una estrategia ambiental de prevención integral de los procesos, productos y servicios, de manera de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos

para los seres humanos y el medio ambiente. Al reducir la contaminación y los residuos en origen, y al esforzarse en pos del mejoramiento continuo, la producción más limpia puede prestar beneficios económicos y ambientales.

Propágulo

Toda estructura que tenga la capacidad de dar crecimiento a un nuevo vegetal, ya sea por reproducción sexual o asexual (vegetativa). Incluye las semillas, esporas y cualquier parte del cuerpo vegetativo capaz de crecimiento independiente si se lo separa del progenitor.

Propiedad

Una forma de instrumento jurídico que suministra acceso a la tierra para minería.

Propietarios Tradicionales

Personas que, por pertenecer a un grupo o clan de descendientes, son responsables de cuidar un país en particular. Se les autoriza a hablar en nombre de su país y su patrimonio. Esta autorización puede ser en tanto dueño tradicional antiguo, un anciano, o, más recientemente, como demandante registrado de un Título de propiedad nativa.

Proveniencia local

Vegetales cuyo origen autóctono es cercano al del que se implantará (por ejemplo, en la misma zona).

Provisión

Valores económicos devengados sobre la base de un coste estimado de las actividades de cierre.

Prueba cinética

Prueba dinámica de generación de ácido, que incluye el efecto del tiempo de reacción.

Rechazo de material fino (carbón)

La fracción fina de la materia mineral sacada del material bruto por lavado.

Rechazo de material grueso (carbón)

La fracción gruesa de la materia mineral eliminada del material bruto por lavado.

Recuperación

Tratamiento de tierras previamente degradadas y con frecuencia contaminadas, para que se vuelvan útiles. Se usa en general fuera de Australia en lugar de la palabra rehabilitación.

Recuperación del reactivo

Captura de los productos químicos del procesamiento de la corriente de derrubios

Registro del riesgo

Registra los resultados de los procesos de identificación y evaluación del riesgo sistemáticamente (en general, se los dispone en una tabla) y define escenarios de riesgo, resultados de la evaluación, medidas de control del riesgo y responsabilidades.

Rehabilitación

Lograr instalaciones de almacenamiento de derrubios seguras, estables y no contaminantes en el largo plazo, considerando los usos beneficiosos del emplazamiento y de las tierras colindantes.

Rellenar

Relleno de una excavación o vacío.

Relleno hidráulico

Llenado que es colocado como un fluido.

Remediación

Limpiar o mitigar el suelo o el agua contaminados.

Residuo de barro rojo

Un subproducto de la producción de alúmina a partir de la bauxita.

Responsabilidad extendida del productor

La aplicación de la responsabilidad de la gestión de los impactos ambientales y sociales de un bien en el fin de su vida útil al productor (o marca) del bien.

Revestimiento

Una base de baja permeabilidad que comprende arcilla compactada y/o una geomembrana o membrana geosintética (arcilla en un "bocadillo" geotextil).

Ribereño

Que pertenece a, o que está situado en, la orilla de un cuerpo de agua, especialmente un curso de agua, como un río.

Riesgo

Riesgo es la posibilidad de que suceda algo que impacte en objetivos. Suele especificarse en términos de evento o circunstancia y las consecuencias que pueden devenir de él.

Riesgo estratégico

Riesgo relacionado con las interdependencias entre actividades de una operación y el entorno más amplio de los negocios.

Riesgo gradual

Un evento de riesgo gradual se produce durante un período largo y es representativo de muchos tipos de contaminación del medio ambiente. Por ejemplo, fugas lentas de contenido de hidrocarburos, filtración de ácidos o emisiones a la atmósfera.

Riesgo institucional

El marco de gestión del riesgo dominante que define el alcance de los tipos de riesgos y los procesos clave de gestión del riesgo implementados a lo largo de toda la organización para gestionar el riesgo de una manera holística y sistemática.

Riesgo operativo

Los riesgos operativos son aquellos que se centran en hacer frente a los aspectos de una operación que pueden ser más sistemáticos del proceso minero y de la operación cotidiana de una mina.

Riesgo para la salud pública

La probabilidad de daños para la salud pública.

Sedimentación

La separación de sólidos desde una pasta acuosa.

Seguridad del personal

Preservar la seguridad del personal del emplazamiento y del público en general frente a los riesgos de que la mina produzca lesiones.

Seguro de calidad

Garantizar la calidad de un proceso, por ejemplo, la construcción, que incluye la documentación y presentación de informes del trabajo de pruebas.

Simulación de Monte Carlo

Un método para evaluar iterativamente un modelo determinístico usando conjuntos de números al azar como información de entrada. El método suele emplearse cuando el modelo es complejo, no lineal, o implica más que algunos parámetros inciertos.

Sistema de bombeado y de conductos de derrubios

Diseñado para entregar la pasta de derrubios de la planta de procesamiento del mineral a la instalación de almacenamiento de derrubios.

Sistema de control de filtrado

Puede incluir un cimientado compactado o revestimiento (arcilla o geomembrana compactada) y un sistema de recolección debajo del drenaje.

Sistema de gestión ambiental (EMS)

Una herramienta para la gestión del impacto de una organización en el medio ambiente. Suministra un enfoque para planificar e implementar medidas de protección ambiental.

Sitio sagrado

Partes del paisaje natural como colinas, rocas, árboles, fuentes y acantilados marinos que son sagrados para los aborígenes o los isleños del estrecho de Torres. Pueden ser lugares con particular significado porque marcan un acto de creación en especial. También incluyen los cementerios y los lugares donde se celebran determinadas ceremonias.

Socavación para filtraciones

La formación de un túnel de erosión a través de una estructura de tierra a causa del flujo inducido del agua a través de él.

Sucesión

El proceso natural del cambio en una comunidad que finaliza en el desarrollo máximo de la comunidad de la zona.

Suelo dispersivo

Suelos estructuralmente inestables y que se dispersan en el agua en partículas básicas (como arena, limo y arcilla). Tienden a ser muy erosionables y presentan problemas para el manejo exitoso de los movimientos de suelos.

Tarea de desvío

Una tarea de desvío maneja el agua sin tratar para facilitar las operaciones de minería y procesamiento. No conecta con los depósitos del emplazamiento. No transforma agua sin tratar en agua tratada. Desplaza el agua sin tratar, con algunas pérdidas.

Terraplén

Una palabra para describir un muro de contención de derrubios o agua.

Tiempo de retraso

Tiempo entre la alteración o la exposición de materiales generadores de ácido y el producto del drenaje de ácidos.

Tiempo del sueño

También llamado, El sueño, es el tema central y unificador de la cultura aborígen en Australia. Los aborígenes australianos consideran que tienen la historia cultural más antigua de la Tierra que se haya mantenido a través de la historia (50.000 años o más). El Tiempo del sueño (Dreamtime) explica los orígenes y cultura de la tierra y de su gente y, según la sabiduría tradicional aborígen australiana, es el pasado mítico, cuando se creía que los dioses espirituales habitaban la Tierra.

Título de garantía

Un instrumento financiero de la autoridad responsable adecuado para cubrir el coste estimado del cierre.

Título Nativo

En 1992, en la llamada decisión de Mabo, el Tribunal Supremo australiano reconoció que el pueblo Meriam del estrecho de Torres era dueño de parte de sus tierras tradicionales. El Tribunal observó que la legislación consuetudinaria de Australia reconoce derechos e intereses en tierras que poseen los aborígenes y los isleños del estrecho de Torres, en virtud de sus leyes y costumbres tradicionales.

Torta de filtración

La estructura semisólida formada por la aplicación de presión durante el filtrado de una pasta.

Tratamiento activo

Proceso en el cual los productos químicos o materiales naturales se agregan al AMD para mejorar la calidad del agua. El control del operador puede variar desde el tratamiento simple discontinuo a una sofisticada planta de tratamiento informatizada, con muchos aditivos y procesos de vigilancia y control detallados. El tratamiento activo comprende incorporar reactivos e insumos de trabajo de manera regular para seguir con la operación, en comparación con el tratamiento pasivo (véase más abajo) que solo requiere un mantenimiento ocasional. Los sistemas de tratamiento activo pueden generarse para ocuparse de cualquier tipo de acidez, velocidad del flujo y carga de acidez.

Tratamiento pasivo

Sistemas de tratamiento pasivo que se adaptan mejor al AMD con baja acidez (<800 mg CaCO₃/L), bajas velocidades de flujo (<50 L/s) y, por consiguiente, bajas cargas de acidez (<100-150 kg CaCO₃/día). Véase también "Tratamiento activo"

Umbral capilar

Una capa de material grueso ubicada con un crecimiento capilar limitado entre materiales de textura fina, para impedir el movimiento vertical del agua (y los saltos conexos) por tensión superficial desde el material más bajo y con textura más fina hasta el material que está más arriba y con textura más fina.

Un valor perdurable

Un valor perdurable es el marco para el desarrollo sostenible de la industria australiana de minerales. Fue establecido por el Consejo de Minerales de Australia y se alinea con las

iniciativas de la industria a nivel mundial, en particular, presta orientación fundamental sobre los Principios del marco para el desarrollo sostenible del Consejo Internacional sobre Minas y Metales (ICMM) y su implementación en el nivel operativo. Para más información, ir al sitio web del Consejo de Minerales de Australia www.minerals.org.au.

Uso de la tierra postminería

Expresión usada para describir el uso de la tierra que se produce después de que finalizan las operaciones de minería.

Vacío final

El remanente a cielo abierto que queda en el cierre de una mina.

Valor neto presente (NPV)

El valor neto presente o NVP es una medida utilizada para decidir si realizar o no una inversión. Se calcula sumando todos los beneficios previstos de la inversión y sustrayendo todos los costes previstos de la inversión, ahora y en el futuro. Si el NVP es negativo, entonces no se justifica realizar la inversión según los rendimientos previstos. Si el NVP es positivo, la inversión tiene una justificación económica.

Vegetación residual

Vegetación autóctona que permanece después de un desbroce amplio.

Vertederos finales

El proceso de verter el material desde la parte posterior de un camión volquete. Las pilas sobrecargadas se construyen descargando un camión volquete sobre la superficie superior de una pila hasta el borde de la pila y el vertido final del desecho de roca sobre el costado de la pila.

Vertederos-potreros

Vertidos desde camiones sobre una superficie plana.

VOC

Compuestos orgánicos volátiles emitidos como gases a partir de ciertos sólidos o líquidos. Algunos tienen efectos en la salud a corto y largo plazo. Los compuestos orgánicos se utilizan ampliamente como ingredientes en los productos hogareños como pinturas, barnices, ceras y muchos productos de limpieza, desinfección, cosméticos y de entretenimiento.

Vuelos de ida y vuelta

Viajes de ida y de vuelta en avión para el desplazamiento de los empleados, en los casos en que viven a cierta distancia de las operaciones y residen en el lugar de trabajo durante un tiempo.

Zanjado

Construcción de una zanja rellena, para reducir la filtración o mejorar la estabilidad de un terraplén de tierra.

The sum of the water inputs; including process water and rainfall runoff, and outputs; including evaporation, return water, water entrained in the tailings and seepage, in a tailings storage facility.