



# Industrias extractivas en zonas áridas y semiáridas

## Planificación y gestión ambientales

Editor: Joachim Gratzfeld



Serie Gestión de Ecosistemas No. 1



# Industrias extractivas en zonas áridas y semiáridas

Planificación y gestión ambientales

**UICN**  
Unión Mundial para la Naturaleza



La designación de las entidades geográficas y la presentación del material en este libro no suponen la expresión de una opinión, de la naturaleza que fuere, por parte de la UICN referente a la situación jurídica de ningún país, territorio o área, o de sus autoridades, o en lo relativo a la delimitación de sus fronteras o límites.

Las opiniones expresadas en esta publicación no necesariamente reflejan las de la UICN o UNCCD.

Publicado por: UICN, Gland, Suiza, y Cambridge, Reino Unido



Derechos reservados: © 2004 Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales

Está autorizada la reproducción de esta publicación con fines educativos y otros fines no comerciales sin autorización previa de quien detenta los derechos de autor, siempre que se cite la fuente de manera completa.

Está prohibida la reproducción de esta publicación para la venta u otros fines comerciales sin previa autorización por escrito de quien detenta los derechos de autor.

Citación: Joachim Gratzfeld (Editor). (2004). *Industrias extractives en zonas áridas y semiáridas -Planificación y gestión ambientales*. Traducido por José M. Blanch y Delmar Blasco. UICN: Gland, Suiza, y Cambridge, Reino Unido. viii + 112 p.

Originalmente publicado como *Extractive Industries in Arid and Semi-Arid Zones: Environmental Planning and Management* (UICN: Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom, 2003. viii + 112 pp.)

ISBN: 2-8317-0743-9

Foto de la tapa: Mina de cobre Monteverde, Chile. Foto: Anglo American

Diseño gráfico: Patricia Halladay Graphic Design

Impreso por: Atar Roto Presse SA, Ginebra, Suiza

Disponible en: Servicio de Publicaciones de la UICN  
219c Huntingdon Road, Cambridge CB3 0DL, Reino Unido  
Tel.: ++ 44 1223 277 894; Fax: ++ 44 1223 277 175  
Correo electrónico: [books@iucn.org](mailto:books@iucn.org)  
[www.iucn.org/bookstore](http://www.iucn.org/bookstore)

También se dispone de un catálogo de las publicaciones de la UICN.

# Industrias extractivas en zonas áridas y semiáridas

Planificación y gestión ambientales

Editor: Joachim Gratzfeld

**UICN – Unión Mundial para la Naturaleza**

**2004**

En colaboración con la Oficina Regional de la UICN para África Occidental (BRAO) y la Secretaría de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD)



# Índice

Agradecimientos	1
Resumen ejecutivo	3
Prefacio	4
Introducción	6
<b>Capítulo I. Características de los ambientes áridos</b>	<b>10</b>
1.1 Introducción	10
1.2 Ambiente físico	11
1.2.1 Clima	11
1.2.2 Calidad del aire	11
1.2.3 Paisajes	11
1.2.4 Suelos	12
1.2.5 Recursos hídricos	12
1.3 Ambiente biológico	13
1.3.1 Vegetación y flora	13
1.3.2 Fauna	14
1.4 Ambiente sociocultural	15
1.4.1 Población y asentamientos	15
1.4.2 Utilización y tenencia de la tierra	16
1.4.3 Estrategias de subsistencia	16
<b>Capítulo II. Actividades en el desarrollo de las industrias extractivas</b>	<b>17</b>
2.1 Materiales que se extraen en zonas áridas y semiáridas	17
2.2 Exploración y extracción de minerales	17
Fase I Exploración	19
Fase II Evaluación y estudios de factibilidad	20
Fase III Construcción, producción, procesamiento y distribución	21
Fase IV Cierre y rehabilitación del sitio y restauración del ecosistema	25
2.3 Exploración y extracción petroleras	26
Fase I Exploración	27
Fase II Evaluación y estudios de factibilidad	30
Fase III Construcción, producción, procesamiento y distribución	30
Fase IV Cierre y rehabilitación del sitio y restauración del ecosistema	31
2.4 Requisitos generales en el sitio	31

<b>Capítulo III. Impactos ambientales y recomendaciones</b>	<b>33</b>
3.1 Ambiente físico	33
3.1.1 Calidad del aire	33
3.1.2 Suelos	35
3.1.3 Paisajes	40
3.1.4 Recursos hídricos	41
3.2 Ambiente biológico	44
3.2.1 Flora	44
3.2.2 Fauna	45
3.3 Ambiente sociocultural	46
3.3.1 Poblaciones y asentamientos	46
3.3.2 Impactos económicos	46
3.3.3 Derechos humanos y consideraciones de equidad	47
3.3.4 Salud ocupacional y pública	49
<b>Capítulo IV. Planificación y gestión ambientales</b>	<b>50</b>
4.1 Marcos institucionales	51
4.1.1 Instituciones gubernamentales	51
4.1.2 Sector privado	52
4.1.3 Sociedad civil	53
4.1.4 Organizaciones y asociaciones internacionales	54
4.1.5 Convenciones internacionales y políticas y legislación nacionales	56
4.2 Instrumentos clave de planificación y gestión	59
4.2.1 Evaluación ambiental estratégica	59
4.2.2 Evaluación de impacto ambiental	60
4.2.3 Planes de gestión ambiental	61
4.2.4 Monitoreo, auditoría ambiental e informes	65
<b>Capítulo V. Orientaciones sobre políticas</b>	<b>68</b>
5.1 Planificación y gestión de los recursos naturales	68
5.2 Políticas, legislación e instituciones	70
5.3 Monitoreo	72

Bibliografía escogida	75	
Siglas	76	
Glosario	78	
Anexo 1.	Métodos de procesamiento de minerales y emisiones/desechos	81
Anexo 2.	Técnicas para retirar y almacenar la capa superior del suelo	84
Anexo 3.	Tecnologías biorreparadoras	86
Anexo 4.	Pasos en la preparación de un plan de gestión de residuos	87
Anexo 5.	Construcción de vertederos des desechos	88
Anexo 6.	Organizaciones claves	92
Anexo 7.	Información sobre sitios web	95
Recuadro 1.	El enfoque por ecosistemas	6
Recuadro 2.	Aspectos socioeconómicos	47
Recuadro 3.	Otras convenciones internacionales pertinentes	58
Recuadro 4.	Componentes claves de planificación y gestión ambientales	62
Recuadro 5.	Fondos de amortización y fondos fiduciarios	64
Ilustración 1.	Los ambientes áridos del mundo	10
Ilustración 2.	Procesos naturales en zonas áridas y semiáridas	13
Ilustración 3.	Diagrama de una mina a cielo abierto	21
Ilustración 4.	Diagrama de una mina subterránea	22
Ilustración 5.	Reconocimientos sísmicos	28
Ilustración 6.	Perforación exploratoria	29
Ilustración 7.	Círculo del petróleo crudo	31
Ilustración 8.	Influencia del ángulo de inclinación en la revegetación y erosión	37
Ilustración 9.	Marco institucional para las industrias extractivas	50
Ilustración 10.	Remoción de la capa superior de suelo con palas de arrastre	84
Ilustración 11.	Remoción de la capa superior de suelo sin palas de arrastre	85
Ilustración 12.	Construcción de un vertedero para ser restaurado de forma progresiva	88
Ilustración 13.	Festoneo o paisajismo lunar	91



Cuadro 1.	Grado de aridez, vegetación y utilización de la tierra	16
Cuadro 2.	Fases operativas de las actividades mineras	18
Cuadro 3.	Flujos de desechos claves	24
Cuadro 4.	Fases operativas de la exploración y producción de petróleo	26
Cuadro 5.	Fuentes de agua dulce e implicaciones de la absorción	42
Cuadro 6.	Factores a considerar al evaluar la desertificación	66
Cuadro 7.	Indicadores para evaluar la desertificación	67

## Agradecimientos

Esta obra es el resultado de un largo proceso que comenzó en Recife, Brasil, en noviembre de 1999. En la Tercera Conferencia de las Partes en la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD), el Grupo Africano mostró interés por que desarrollaran orientaciones para la planificación y la gestión de industrias extractivas en tierras áridas y semiáridas. Este interés lo reiteraron los miembros de la UICN en el Segundo Congreso Mundial de la Naturaleza, de la UICN, celebrado en Ammán, Jordania, en octubre de 2000. Los miembros aprobaron una resolución que pedía a la Secretaría de la UICN que elaborara y adoptara directrices para la exploración y explotación de petróleo, gas y minerales en zonas áridas y semiáridas (Resolución 2.57 de Ammán).

La UICN, con el generoso apoyo del Departamento de Estado de los Estados Unidos, encargó esta publicación por medio de su Oficina Regional para África Occidental (BRAO), Burkina Faso. Peter-John Meynell, Ruth Golombok y Petrina Rowcroft (Scott Wilson Resources Consultants) prepararon el borrador inicial, y Christopher J. Morry (UICN Canadá) organizó el taller en el que se analizó el segundo borrador. Un agradecimiento especial se debe a Ibrahim Thiaw (UICN BRAO), uno de los pioneros del proyecto, quien brindó una competente orientación en cuanto a la elaboración del documento. Stephen R. Edwards contribuyó mucho a la estructura y contenido. El borrador de la versión final se preparó en estrecha colaboración con la Secretaría de la UNCCD en Bonn, Alemania, por medio de la amable ayuda de Grégoire de Kalbermatten. La producción en español de la versión original en inglés se hizo posible gracias al generoso apoyo del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos y del Ministerio de Asuntos Exteriores de Italia, Dirección General de Cooperación al Desarrollo (DGCS).

Varias personas contribuyeron a esta obra con sus valiosos comentarios y consejos, a saber: Camilla Toulmin, Ced Hesse y Rebecca Leonard, (Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo, Programa de Tierras Secas); Al Fry (World Business Council for Sustainable Development, Suiza); Peter Croal y Jean-Claude Lauzier (Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional); Jane Walker, Sarah Oakley, Elizabeth Pasteur y Melissa Makwarimba (Scott Wilson); Roger Blench (Overseas Development Institute, Reino Unido); Malcolm Wealleans (SDEMS Consulting); Theo Harding y Juliet Evans (Anglo American Environmental Services, Sudáfrica); John Kilani (Chamber of Mines of South Africa); Dave Salmon (Amcoal Environmental Services, Sudáfrica), Bryony Warmsley (Warmsley Associates, Sudáfrica); S.D. Williams y C.J. Matala (Department of Mines, Botswana); Rick Killan (Consejo Internacional de Minería y Metales/ICMM); Kit Armstrong (Chevron-Texaco/Oil and Gas Producers Forum); David Richards (Rio Tinto y ICMM); Jan Hartog (Shell Intenational); Matoko Aizawa (Corporación Financiera Internacional); Samira Omar y Muhammad Al-Rashed (Kuwait Institute for Scientific Research); Carlos López-Ocaña (Banco Interamericano de Desarrollo); James Swiss (Swiss Environment & Safety Inc); Peter Tarr (Ministerio de Medio Ambiente y Turismo, Namibia); Arthur Hussey (Desert Research Foundation, Namibia); Boubacar Issa

(Comité Permanent Inter États de Lutte contre la Sécheresse au Sahel); Shaheen Rafi Khan (Sustainable Development Policy Institute, Pakistan); Caroline Mitchell (British Petroleum); Amadou Tidiane Ba (Université Cheikh Diop, Senegal); Kamal H. Batanouny (Cairo University, Egipto); Greg Block (Tratado de Libre Comercio de América del Norte - Comisión para la Cooperación Ambiental); Michel A. Bouchard (Association Internationale pour l'Évaluation des Impacts); Malick Diallo (Union Économique et Monétaire Ouest-Africaine); John N. Middleton (Corporación Financiera Internacional); Clayton Rubec (Canadian Wildlife Service); Ahmed Saeed (Oficina de la UICN, Pakistán); Thérèse Beaudet, Andrew Deutz y Elizabeth Pelletier (UICN, Canada); Charles di Leva y Françoise Burhenne (Centro de Derecho Ambiental, UICN, Alemania); Arzika M. Sani, Laurent Sapré Millogo y Richard Pearce (Oficina Regional para África Occidental, UICN, Burkina Faso); Scott Hajost (UICN EE. UU.); Parvaiz Naim (UICN, Nepal); Lucy Emerton (UICN, Sri Lanka); Nancy MacPherson, Cristina Espinosa, Caroline Martinet, Clarita Martinet, Pedro Rosabal, Simon Rietbergen, Sue Mainka, Jeff McNeely, Mohammad Rafiq, Andrea Athanas y Marieke Wit (Sede de la UICN, Suiza).

## Resumen ejecutivo

Esta publicación pretende contribuir a procedimientos de planificación y gestión que minimicen la degradación de tierras y la desertificación en zonas áridas y semiáridas como consecuencia de operaciones de industrias extractivas. Tiene como fin primordial ayudar a las dependencias gubernamentales responsables de otorgar licencias, planificar y monitorear las actividades de las industrias extractivas a tomar en cuenta, en el proceso de toma de decisiones, los aspectos relativos al medio ambiente y el desarrollo. Además, el documento ofrece principios fundamentales de planificación y gestión ambientales para las industrias extractivas, organizaciones no gubernamentales locales e instituciones académicas.

Los capítulos 1-4 contienen orientaciones operativas acerca de actividades de desarrollo de industrias extractivas. En ellos se tratan una gama de temas, incluyendo una síntesis de las características clave de los ambientes áridos y semiáridos, y una introducción de las principales fases en las intervenciones de desarrollo de las industrias extractivas (exploración, estimación, construcción y producción, cierre y rehabilitación y restauración del ecosistema). Analiza los principales impactos ambientales y sociales de las actividades de desarrollo de las industrias extractivas en zonas áridas y semiáridas, con recomendaciones y medidas para la protección ambiental y una gestión sostenible. Se ponen de relieve las principales medidas institucionales y los papeles y responsabilidades de las agencias gubernamentales, el sector privado, la sociedad civil, las organizaciones internacionales y las convenciones internacionales, y los marcos nacionales jurídicos y de políticas. Esto incluye los principales elementos de la planificación y gestión ambientales, como la evaluación ambiental estratégica, la evaluación de impacto ambiental, los planes de gestión ambiental, el monitoreo y los informes.

El capítulo 5 ofrece orientaciones sobre políticas. Sintetiza los principios rectores clave que ayudarán a que los funcionarios gubernamentales, las ONG ambientalistas y los ejecutivos de industrias extractivas tomen en cuenta las necesidades de conservación del ecosistema en las actividades de exploración y explotación en zonas áridas y semiáridas para así promover un desarrollo sostenible a largo plazo. Esta información se estructura en tres secciones: Planificación y gestión de recursos naturales; Políticas, legislación e instituciones; y Monitoreo.

## Prefacio

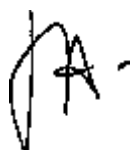
Esta publicación es una de las primeras iniciativas que han emprendido conjuntamente la Secretaría de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en Particular en África (UNCCD) y la UICN – Unión Mundial para la Naturaleza. Tiene como fin ofrecer orientación sobre la planificación y gestión ambientales de las actividades de desarrollo de las industrias extractivas en zonas áridas y semiáridas. Estos ambientes incluyen ecosistemas con características ecológicas y biológicas únicas que contribuyen a la biodiversidad mundial; también tienen un potencial significativo para la minería y la extracción de gas y de petróleo, lo que los somete a intensas operaciones de exploración y explotación.

Se pensó que era necesario elaborar este documento en vista de que es probable que en un futuro próximo se haga más apremiante alcanzar compromisos entre los esfuerzos de conservación de la biodiversidad y las operaciones de desarrollo de las industrias extractivas en regiones áridas y semiáridas. La mayor parte de los países con zonas áridas y semiáridas tienen una economías pobres, están afectados por la sequía y la desertificación, y están luchando por lograr su desarrollo económico, incluyendo iniciativas como el desarrollo de la minería y del petróleo. La UICN y la Secretaría de la UNCCD colaboran para minimizar el impacto que tienen sobre el medio ambiente las actividades de exploración y explotación en zonas áridas y semiáridas, y para asegurar que se conserven los bienes y servicios esenciales de los ecosistemas a fin sustentar el desarrollo en el largo plazo.

En el pasado, se han llevado a cabo una serie de iniciativas y estudios relacionados con actividades de las industrias extractivas y la conservación ambiental, otros están en marcha y otros están en fase de planificación (incluyendo la Iniciativa Mundial sobre Minería, el Proceso sobre Desarrollo Sostenible y la Minería, y el Diálogo Conjunto sobre Minería y Biodiversidad entre el Consejo Internacional de Minería y Metales y la UICN). De igual modo, gobiernos y diversas organizaciones han elaborado instrumentos y líneas directrices con los que se busca integrar la conservación de la biodiversidad en las operaciones de desarrollo de petróleo y gas. Se pueden mencionar la Iniciativa Energía y Biodiversidad; la Asociación Internacional de Conservación Ambiental de la Industria Petrolera; la Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas; y las Directrices Ambientales sobre Minería y Desarrollo Sostenible Berlín II. Esta publicación representa un esfuerzo para complementar estas iniciativas con una consideración especial de los aspectos de planificación y gestión ambientales en ecosistemas áridos y semiáridos.

Aunque este documento aborda sobre todo el otorgamiento de licencias, la planificación y el monitoreo por parte de las agencias de gobierno en países en desarrollo, también puede proporcionar un marco para compañías, ONG, universidades y centros de capacitación. Si bien esta publicación constituye una fuente de información amplia sobre el tema, la planificación y gestión ambientales requieren intervenciones y medidas específicas para cada sitio, en las que se tomen en cuenta los contextos ecológico y sociocultural de cada ecosistema árido y semiárido en particular.

La Secretaría de la UNCCD y la UICN confían en que esta obra contribuya a una visión compartida entre el sector del desarrollo de las industrias extractivas y el campo de la conservación en ambientes áridos. Es un paso hacia la coordinación, cooperación y asociación entre las partes interesadas de los sectores público y privado y de la sociedad civil en general.



Hama Arba Diallo  
Secretario Ejecutivo  
Convención de las Naciones Unidas  
de Lucha contra la Desertificación



Achim Steiner  
Director General  
UICN – Unión Mundial para la Naturaleza

## Introducción

Las zonas áridas y semiáridas abarcan el 30% de la superficie terrestre del mundo. La mitad de esta superficie se dedica a un uso económicamente productivo, como tierras agrícolas o de pastoreo. En estas regiones viven casi dos mil millones de personas, muchas de las cuales se encuentran en naciones en desarrollo y dependen en forma directa de los recursos naturales de la tierra. Si bien la exploración y extracción de minerales, piedras, metales e hidrocarburos tienen el potencial de contribuir a un desarrollo económico y social muy necesario, estas actividades también pueden tener amplias consecuencias ambientales y sociales. Si esas actividades no se gestionan en forma adecuada, estos efectos pueden subsistir por mucho tiempo después de que hayan concluido los procesos de exploración y extracción.

Los principios básicos de desarrollo sostenible exigen que se conserven para generaciones futuras los recursos naturales, sociales y económicos. El desarrollo sostenible conlleva que se reconozcan los papeles de los interesados directos en cuanto a definir los recursos que se deben conservar y el principio de distribución equitativa de dichos recursos y de los poderes para tomar decisiones.

La tarea, pues, radica en asegurar que las actividades de desarrollo actuales y futuras de las industrias extractivas ofrezcan una compensación justa por los recursos extraídos en cuanto a los recursos económicos y humanos que se desarrollen en las esferas local y nacional, y con una degradación mínima del medio ambiente. Se pueden utilizar los recursos minerales y petrolíferos para generar riqueza y desarrollo sostenibles en zonas áridas y semiáridas de tal forma que las comunidades disfruten de beneficios económicos a largo plazo y que el medio ambiente local siga proveyendo sus bienes y servicios después de que hayan concluido las operaciones de las industrias extractivas.

Al reconocer que la interconectividad social, económica y ambiental es un principio básico para emprender actividades de las industrias extractivas en zonas áridas y semiáridas, las compañías toman en cuenta y van ajustándose a una gestión integrada de los recursos de la tierra, del agua y vivientes que promueva la conservación y la utilización sostenible de los recursos naturales en una forma equitativa. A esto se le llama con frecuencia enfoque por ecosistemas (Recuadro 1), tal como lo describió la Quinta Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (Decisión V/6).

### Recuadro 1. El enfoque por ecosistemas

El enfoque por ecosistemas, marco primordial para la acción dentro del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), se basa en la aplicación de metodologías científicas apropiadas. Estas metodologías se centran en las estructuras, procesos, funciones e interacciones esenciales que existen entre los organismos y su medio ambiente. Reconoce que los seres humanos, con su diversidad cultural, forman parte integral de

muchos ecosistemas. Esta focalización en estructura, procesos, funciones e interacciones es coherente con la definición de “ecosistema” como “un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional” (Artículo 2, CDB).

El enfoque por ecosistemas requiere una gestión capaz de adaptarse para poder hacer frente a la naturaleza compleja y dinámica de los ecosistemas y a la falta de un conocimiento o comprensión exhaustivos de sus funciones. La gestión debe saber adaptarse para así poder responder a las incertidumbres con respecto a los procesos de los ecosistemas; debe incluir elementos de “aprender haciendo” o de retroalimentación a partir de investigaciones. Puede requerirse que se tomen medidas incluso en situaciones en que todavía no se hayan establecido de manera plena y científica las relaciones causa-efecto.

El enfoque por ecosistemas no excluye otras iniciativas en cuanto a gestión y conservación, tales como reservas de biosfera, áreas protegidas y programas de conservación de una sola especie, o enfoques que se estén aplicando bajo marcos de políticas y legislación nacionales. Antes bien, puede integrar estos enfoques y metodologías para hacer frente a situaciones complejas. No existe una sola forma de aplicar el enfoque por ecosistemas, dado que se ve afectado por condiciones locales, provinciales, regionales, e incluso mundiales (Fuente: UNEP/CBD/COP/5/23/V/6).

## **La necesidad de orientación en planificación y gestión ambientales**

En la actualidad, muchos gobiernos y compañías del sector privado han reconocido que el éxito económico está inextricablemente vinculado con el desempeño ambiental y social. Algunos gobiernos, al haber constatado que existen conflictos potenciales entre el desarrollo y la gestión de los recursos, ya han adoptado políticas, legislación y regulaciones nacionales relativas al uso sostenible de los recursos en zonas áridas y semiáridas, además de las normas generales relativas a la evaluación de impacto ambiental, monitoreo y auditoría del desempeño ambiental. Unos pocos países, como Australia, han elaborado directrices para la minería en ambientes áridos, en tanto que una serie de compañías mineras y petroleras nacionales e internacionales han sido pioneras en elaborar soluciones técnicas para abordar las cuestiones ambientales que surgen a raíz de sus actividades.

Diversas iniciativas que han tomado asociaciones de la industria, tales como la Iniciativa Minera Mundial y el Proceso sobre Minería y Desarrollo Sostenible, ilustran la contribución que pueden hacer las industrias extractivas a la conservación y el desarrollo sostenible. La Iniciativa Energía y Biodiversidad (EBI), auspiciada por el Center for Environmental Leadership in Business, está desarrollando instrumentos y directrices para integrar la biodiversidad en el desarrollo del petróleo y el gas. Esta iniciativa aspira a ser una fuerza positiva en pro de la conservación de la biodiversidad al aglutinar importantes compañías energéticas y



las principales organizaciones de conservación, incluyendo a la UICN, para que compartan experiencias y utilicen su capital intelectual con el fin de generar valor e influir en públicos clave.

La UICN, en colaboración con una serie de organizaciones relacionadas con las industrias extractivas, tales como la Asociación de la Industria del Petróleo para la Conservación Ambiental (IPIECA) y la Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas (OGP, antes Foro Internacional de Exploración y Producción de la Industria Petrolera o Foro E&P), ha venido produciendo diversas guías para la protección ambiental. Entre ellas están las directrices para la explotación del petróleo y el gas en el trópico, y en manglares y ambientes continentales árticos y subárticos.

Durante el período de preparación de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (CMDS) celebrada en Johannesburgo, Sudáfrica, en 2002, y después de la misma, la UICN ha mantenido un diálogo sustancioso con el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM). El fin del mismo es mejorar la contribución del sector minero a la conservación de la biodiversidad por medio de la introducción, desarrollo y ejecución de la mejor práctica.

A pesar de estos avances, persiste sin duda la necesidad de trabajar e investigar más en torno a los métodos y técnicas más adecuados para abordar aspectos de sostenibilidad y protección ambiental de las actividades de desarrollo de las industrias extractivas en zonas áridas y semiáridas. Las políticas y documentos técnicos sobre intervenciones de las industrias extractivas deben reforzarse con discusiones y acuerdos entre diversas compañías, grupos y gobiernos en los distintos países.

### **Alcance y finalidad de este documento**

Este documento se ocupa de los ecosistemas áridos y semiáridos no polares de las regiones secas del planeta. Aspira a proporcionar elementos fundamentales de planificación y gestión ambientales para actividades de desarrollo de minería y petróleo en dichas zonas. El propósito general es contribuir a que se utilicen enfoques de planificación y gestión que minimicen la degradación de los suelos y la desertificación como consecuencia de las operaciones de industrias extractivas. Los destinatarios principales de este documento son las agencias y departamentos gubernamentales responsables por otorgar licencias, planificar y monitorear tales actividades. Este documento debería ayudar a crear una comprensión común de cuales son las cuestiones, impactos e interesados directos que están involucrados en el establecimiento de industrias extractivas en zonas áridas y semiáridas. Además, la información que contiene esta publicación puede servir también como obra de referencia para ejecutivos de dichas industrias, responsables por planificar y emprender actividades extractivas en zonas áridas y semiáridas, y para ONG locales ambientales y de desarrollo. Esta obra debería ayudar a que estos diferentes interesados directos tengan en cuenta las cuestiones relativas a la sostenibilidad ambiental a la hora de tomar decisiones acerca de operaciones mineras y petroleras en zonas áridas y semiáridas.

En este documento se ponen de relieve los procesos, papeles y responsabilidades de los diversos interesados directos, incluyendo a las compañías mineras y petroleras, a comunidades contiguas a minas y yacimientos de petróleo, y a ONG que representan diferentes intereses de conservación y desarrollo. Reconoce que existen numerosas guías técnicas sobre minería y medio ambiente, y no se pretende duplicarlas. Antes bien, aspira a complementar el trabajo que ya se hace en planificación y gestión ambientales de actividades de industrias extractivas con un aporte sobre los aspectos relacionados con las zonas áridas y semiáridas. En la práctica, estos los elementos básicos que se ofrecen deben examinarse según los sitios específicos de que se trate. En cada caso, la aplicación de las recomendaciones y medidas propuestas dependerá del contexto ecológico de las intervenciones de desarrollo de las industrias extractivas, de las estructuras institucionales y legales y de los recursos disponibles.

## Capítulo I

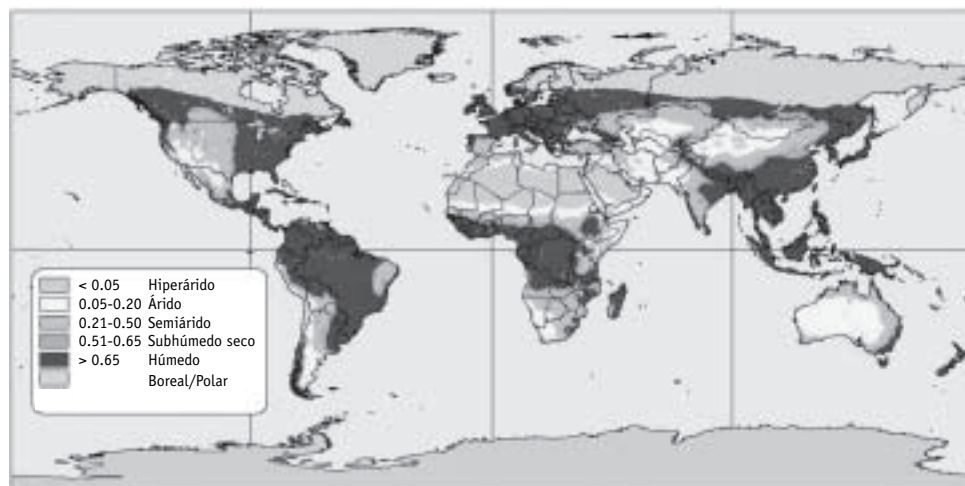
# Características de los ambientes áridos

## 1.1 Introducción

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD) define las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas como “aquellas zonas en las que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración [el índice de aridez] potencial está comprendida entre 0,05 y 0,65, excluidas las regiones polares y subpolares”. Las zonas hiperáridas se caracterizan por una proporción que normalmente es inferior a 0,05. En su conjunto, estos ambientes áridos abarcan más del 47 por ciento de la masa terrestre de la tierra y están geográficamente dispersos por todos los continentes. El continente africano contiene el área más extensa de ambientes áridos, en tanto que Australia tiene la proporción más elevada: alrededor del 75 por ciento de su superficie.

Las características físicas y climatológicas de los ambientes áridos, y de su flora y fauna, varían considerablemente. Los elementos fisiográficos, la proximidad a la costa y la altitud contribuyen a conformar el carácter de ambientes áridos específicos. Las plantas y los animales se han adaptado a condiciones ambientales extremas; muchos son únicos y endémicos, y con ello contribuyen a la biodiversidad mundial. En realidad, muchos de los cultivos actuales, como el trigo, el maíz, la cebada y el mijo, así como especies de ganado, provienen de progenitores silvestres en ambientes áridos. Muchos ecosistemas áridos se caracterizan por una elevada capacidad natural de resiliencia, pero en la actualidad se enfrentan con presiones sin precedentes como consecuencia de cambios inducidos por los seres humanos.

### Ilustración 1. Los ambientes áridos del mundo



Fuente: FAO/AGLL/GIS (SDRN), 2002

## 1.2 Ambiente físico

### 1.2.1 Clima

Muchas regiones áridas están situadas debajo de áreas de alta presión en las que rara vez pueden penetrar sistemas frontales portadores de lluvia. En consecuencia, estas áreas tienen patrones de precipitación escasa y dispersa, con grandes variaciones anuales y estacionales. La lluvia se presenta con poca frecuencia bajo la forma de tormentas aisladas, que en ese caso pueden producir inundaciones en sistemas fluviales secos. La variabilidad de estos eventos suele conducir a períodos de varios años de sequía o de precipitaciones superiores al promedio. Hay una gran variación diaria y estacional en la temperatura. Cielos sin nubes y un aire seco permiten que el terreno y la atmósfera baja se recalienten mucho durante el día. Cuando este calor se irradia hacia la atmósfera después de la puesta del sol se produce un agudo enfriamiento nocturno e incluso heladas en invierno. Las masas de aire suelen ser estables y las velocidades del viento con frecuencia son bajas. El calentamiento de la superficie en algunos puntos, combinado con la ausencia de árboles y los paisajes abiertos, puede producir fuertes vientos locales y remolinos de gran velocidad o torbellinos de polvo.

### 1.2.2 Calidad del aire

La calidad del aire en zonas áridas y semiáridas va desde el aire puro hasta niveles elevados de partículas. La desagregación de las rocas, la deflación de los suelos y la abrasión causada por el viento producen gran cantidad de polvo. El polvo y la arena también pueden volar desde los sedimentos y áreas cultivadas secas. Una vez incorporadas a las corrientes de aire, las partículas pueden viajar a grandes distancias, causando tormentas de polvo o paraderas de polvo de corta duración.



*Sperrgebiet, Namibia.*  
Foto: Anglo American

### 1.2.3 Paisajes

Los ambientes áridos abarcan una amplia gama de paisajes espectaculares, incluyendo montañas, mesetas, serranías, roca madre de escaso ángulo, abanicos aluviales, llanuras fluviales, deltas, wadis y cauces secos de ríos, dunas y arenales, estratos arenosos, empedrados y llanos desiertos y depósitos volcánicos recientes. Estas características son importantes tanto desde el punto de vista visual en un paisaje por lo general sin árboles, como desde el punto de vista biológico, como micro-hábitats. La topografía de los ambientes áridos redistribuye los recursos hídricos, lo cual permite que crezcan vegetación y árboles en las áreas alrededor de los valles y cerca de las fuentes de agua subterránea permanente. En áreas donde las precipitaciones son algo mayores, pueden predominar tipos de paisajes de pastizales y sabanas.

### 1.2.4 Suelos

Los suelos en zonas áridas y semiáridas pueden ser poco profundos o profundos, arenosos o arcillosos, y pueden variar en cuanto a acidez y fertilidad. La productividad depende de la capacidad del suelo para retener agua, que tiende a incrementarse con el espesor y el contenido orgánico. Los suelos arenosos tienen una menor capacidad de retención de agua que los arcillosos.

La escasa vegetación que es frecuente en zonas áridas y semiáridas permite que el agua desprenda partículas de los suelos y las conduzca a los espacios porosos del mismo, lo cual hace que el terreno se endurezca y absorba menos agua (exfoliación de suelos). Esto conduce

a más escorrentía y erosión de pequeñas partículas, que contienen nutrientes, de la superficie. Una vez erosionado, el suelo es menos capaz de sustentar la vegetación y más susceptible de sufrir mayor modificación por el agua y el viento.

La geomorfología de muchas regiones áridas crea grandes cuencas interiores de drenaje sin ninguna descarga natural. La evaporación del agua deja sales en los suelos. Si las precipitaciones no disuelven dichas sales y las redistribuyan, se producirá la salinización de las tierras.



*Desierto del Sahara,  
Ténéré, Níger.*  
Foto: UICN/Jim Thorsell

### 1.2.5 Recursos hídricos

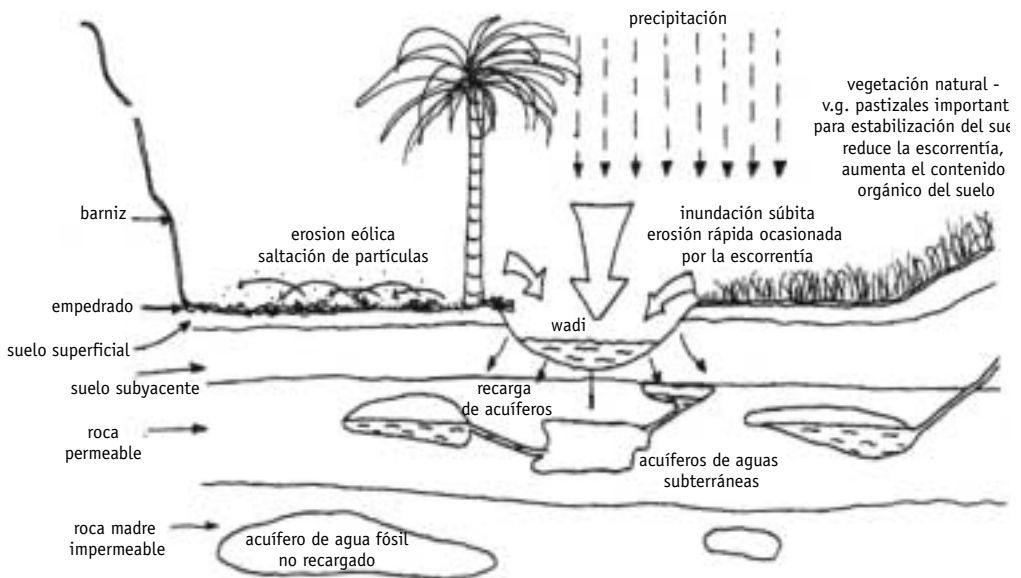
Una de las características de los ambientes áridos es la escasez de agua. Aparte de las aguas de superficie que duran poco después de las lluvias, la mayor parte de los recursos hídricos son aguas subterráneas. Estas incluyen el agua fósil, o agua atrapada geológicamente, la cual como ya no se incrementa con lluvias, es una fuente finita, no renovable.

La cantidad y naturaleza del agua de superficie están determinadas en gran parte por las precipitaciones escasas y variables, así como la topografía, la permeabilidad del suelo, la cubierta vegetal y la tasa de evaporación. En algunas áreas se pueden formar pequeños ríos o lagos a raíz de precipitaciones. Otros cuerpos de agua pueden estar alimentados por manantiales. También se puede encontrar agua de superficie en ríos o wadis, que se originan en regiones más húmedas o vertientes montañosas. Los humedales que se forman en ambientes áridos son elementos muy importantes, como ecosistemas naturales y también como áreas de mucha biodiversidad, y como centros de actividad humana.

El agua subterránea se distribuye en forma desigual y con frecuencia se encuentra a mucha profundidad. Sólo una pequeña proporción de agua subterránea entra en el ciclo hidrológico o se recarga a nivel local; algunos acuíferos se encuentran en sistemas cerrados y, por tanto,

no se vuelven a llenar cuando se los drena. Los sistemas abiertos generalmente se recargan desde áreas con niveles más elevados de precipitaciones, por medio de ríos, canales y desplazamientos de aguas subterráneas. Algunos acuíferos profundos incluyen aguas fósiles, creadas hace muchos miles de años bajo condiciones climáticas más húmedas y pueden ser de muy buena calidad (Ilustración 2). La calidad del agua subterránea de menor profundidad va desde dulce a salobre según las rocas que las albergan y, pueden contener sustancias químicas disueltas o en suspensión. Aunque las aguas subterráneas en ambientes áridos pueden ser inadecuadas para el consumo humano o la agricultura, pueden, sin embargo, utilizarse para operaciones mineras.

**Ilustración 2. Procesos naturales en zonas áridas y semiáridas**



Fuente: Scott Wilson Ltd.

**1.3 Ambiente biológico**

**1.3.1 Vegetación y flora**

Los tipos de vegetación presentan una gran diversidad. Varían de manera considerable de una región a otra, e incluyen diferentes tipos de prados, praderas, regiones arboladas y bosques que se han adaptado para sobrevivir bajo condiciones de precipitaciones irregulares, elevada radiación solar, incendios y sequías periódicas. La vegetación depende de las clases locales de suelos, los nutrientes y de las condiciones climáticas. Es característico que la cubierta a lo largo del año sea abierta y discontinua. La biomasa puede variar de manera considerable de un año a otro, pero las especies que la componen generalmente permanece constante.

Las plantas en ambientes áridos han evolucionado para poder sobrevivir en condiciones climáticas extremas. Son resistentes a la sequía (como los cactus y suculentas) o la evitan (como los pastos anuales). Las halofitas tienen una notable tolerancia a condiciones salobres. En las regiones áridas crecen tres categorías básicas de plantas:

- Las plantas efímeras son herbáceas (no arbóreas), con ciclos vitales extremadamente breves, de aproximadamente de 6 a 8 semanas. No necesitan propiedades de resistencia a la sequía ya que crecen solo en períodos de humedad. Sus semillas pueden permanecer en letargo en el suelo por largos períodos de tiempo hasta que precipitaciones suficientes y temperaturas favorables activen su germinación. Estas plantas son pequeñas y de raíces poco profundas. Crecen, florecen y mueren con mucha rapidez, y devuelven nutrientes a los suelos y preparan el camino para la colonización de otros tipos de plantas. Las capas superficiales de suelos áridos contienen elevadas proporciones de semillas, que constituyen un recurso valioso para la rehabilitación de tierras degradadas.
- Las plantas perennes suculentas pueden aguantar las sequías. Tienen una capa resistente al agua de material ceroso en su superficie para minimizar la pérdida de agua y un tallo u hojas ensanchados, lo que les permite almacenar un volumen mayor de agua. Entre ellas están las Cactáceae del Nuevo Mundo y las Euphorbiáceae suculentas del Viejo Mundo.
- Las plantas perennes leñosas abarcan desde hierbas y hierbas arbóreas hasta arbustos y árboles. Pueden ser perennes o caducas y son muy duras. Muchas perennes arbóreas tienen espinas o una textura dura. Algunas producen semillas que solo germinan si el revestimiento de la semilla se rompe o abrasa.



*Cabo Septentrional, Sudáfrica.*  
Foto: Anglo American

La flora de ambientes áridos puede ser muy rica en diversidad como resultado de su adaptación a un clima duro y variable. Muchas especies de plantas en zonas áridas son endémicas y están restringidas a hábitats específicos. Algunas especies que se encuentran en ambientes áridos son reliquias de períodos anteriores, más húmedos o secos, que sobreviven en lugares particulares en sitios refugio (por ej. las montañas en el Desierto del Sahara).

### 1.3.2 Fauna

La fauna en ambientes áridos también tiene que hacer frente a situaciones climáticas extremas. Para ello se han realizado adaptaciones fisiológicas y conductuales a las cantidades variables y distribución espacial de los alimentos, a las condiciones en general impredecibles y a las variaciones diurnas extremas de temperatura. Entre estas adaptaciones están:

- el comportamiento nocturno: muchos animales evitan el calor intenso y los riesgos de deshidratación durante el día y salen de noche a alimentarse;
- vivir bajo tierra: una proporción mucho mayor de la fauna en ambientes áridos vive bajo tierra;
- la independencia del agua: algunas especies pueden vivir por muchos meses sin acceso a agua potable, y obtienen la humedad necesaria para sobrevivir del rocío y de comer plantas que almacenan agua, como raíces y melones; y
- la movilidad: algunos animales migrarán centenares de kilómetros para aprovechar el crecimiento de vegetación en respuesta a precipitaciones en diferentes áreas. Como consecuencia de ello, las poblaciones de animales pueden fluctuar mucho de un año a otro.



*Oryx de Arabia, Namibia.*  
Foto: UICN/Jim Thorsell

Los humedales en zonas áridas y semiáridas constituyen a menudo hábitats muy importantes de biodiversidad animal. No solo albergan a la fauna acuática que se ha adaptado a condiciones cambiantes (tales como la desecación periódica), sino que también son lugares fundamentales de parada para aves migratorias. Sin estos humedales, la migración podría resultar imposible.

## 1.4 Ambiente sociocultural

### 1.4.1 Población y asentamientos

En ambientes áridos vive una considerable diversidad de pueblos de diferentes etnias y grupos de usuarios. Van desde los pueblos indígenas, como los cazadores y recolectores aborígenes, los pastoralistas nómadas, y los que practican la trashumancia seminómada, pasando por los campesinos que practican una agricultura de subsistencia en pequeños asentamientos, hasta los modernos ciudadanos industriales. En general, sin embargo, la escasez de agua y las dificultades de la práctica agrícola han conducido a que las poblaciones en ambientes áridos tiendan a estar dispersas, agrupadas en pequeños grupos concentrados alrededor de las fuentes de agua. Es el recurso hídrico el que ha determinado generalmente el tamaño del asentamiento. Las poblaciones en zonas áridas y semiáridas, como en todas las regiones, van en aumento, y el patrón de los asentamientos está cambiando.



Las regiones áridas son conocidas por la riqueza de su diversidad cultural. Debido al aislamiento relativo de las comunidades tradicionales que viven en ambientes áridos, se ha desarrollado a menudo un fuerte sentido de identidad cultural. Muchos asentamientos y sitios religiosos de culturas anteriores, incluyendo edificios religiosos, santuarios y sitios sagrados, permanecen como recursos históricos y arqueológicos en regiones áridas y semiáridas. Las condiciones secas favorecen su preservación. Este testimonio arqueológico no solo tiene gran importancia académica y cultural, sino que ha adquirido una creciente importancia económica para el sector turístico.

### 1.4.2 Utilización y tenencia de la tierra

Las zonas áridas y septentrionales semiáridas se caracterizan por la presencia de pastizales y tierras de cultivo discontinuos. Por esta razón, los sistemas tradicionales de tenencia de la tierra y derechos de usufructo con frecuencia son complejos, superpuestos y situacionales. El Cuadro 1 resume los tipos de vegetación y utilización de la tierra en relación con el grado de aridez.

**Cuadro 1. Grado de aridez, vegetación y utilización de la tierra en ambientes áridos**

Zona	Vegetación	Utilización de la tierra
Hiperárida	Accidental	Muy escaso
Árida	Matorrales y arbustos arbóreos, suculentas, algunas pastos perennes y muchos pastos anuales	Pastoreo
Semiárida	Praderas, arbustos tropicales y algunas sabanas	Pastoralismo, agricultura de secano
Seca subhúmeda	Praderas, regiones arboladas y sabanas, maquis, chaparrales, estepas	Pastoreo y ganadería extensiva, producción ganadera intensiva, agricultura de secano, agricultura de regadío, silvicultura

### 1.4.3 Estrategias de subsistencia

El estilo de vida y la estrategia económica de las personas que viven en zonas áridas y semiáridas tradicionalmente se caracteriza por su necesidad de asegurarse un abastecimiento adecuado de agua y la protección frente a la escasez de alimentos. El nomadismo, o desplazamiento con ganado entre recursos hídricos y de pastos, ha sido una de las principales estrategias de subsistencia. Con frecuencia, los alimentos y medicinas obtenidos de los recursos silvestres son un agregado muy importante a la dieta local y al cuidado de la salud, y a la economía local. A medida que los recursos se vuelven más seguros y permanentes, va resultando posible asentarse en un lugar, con un uso de la tierra destinado principalmente al pastoreo y la agricultura.

## Capítulo II

# Actividades de las industrias extractivas

Este capítulo describe las fases de exploración, producción y desmantelamiento de las industrias extractivas. Las industrias minera y petrolera tienen fases operativas similares, incluyendo las siguientes:

- exploración (Fase I);
- evaluación y estudios de factibilidad (Fase II);
- construcción, producción, refinado/procesamiento y distribución (Fase III); y
- cierre y rehabilitación del sitio y restauración del ecosistema (Fase IV).

Se presenta por separado un panorama de las actividades para ambos sectores. Se describen en forma conjunta algunas de las actividades que llevan a cabo ambos sectores, como el establecimiento de campos base y sitios de producción, desmantelamiento y rehabilitación, y restauración del ecosistema.

## 2.1 Materiales que se extraen en zonas áridas y semiáridas

En las zonas áridas y semiáridas se extraen varios tipos de materiales, incluyendo los siguientes:

- hidrocarburos, incluyendo petróleo y gas;
- metales y minerales metálicos, incluyendo hierro, estaño, bauxita, aluminio, boratos, titanio, cobalto, manganeso, níquel, plomo, zinc, cromo, uranio y vanadio;
- minerales no metálicos e industriales, como fosfatos, asbestos, carbón, esquistos de petróleo, sal, talco y sulfuro;
- minerales preciosos, por ejemplo, oro, plata, platino, zircón y diamantes; y
- minerales de construcción e industriales, como piedra, arcillas, arenas y grava.



*Mina de zinc, Namibia.*  
Foto: Anglo American

## 2.2 Exploración y extracción de minerales

Las compañías mineras varían mucho en cuanto al alcance de sus actividades. Se pueden especializar en una de las operaciones mencionadas o dedicarse a varias de ellas o a todas. Van desde grandes operaciones multinacionales, activas en muchos países, hasta compañías de tamaño medio, compañías en pequeña escala y operaciones artesanales que por lo general son más informales. El Cuadro 2 ofrece un resumen simplificado de las fases de las operaciones mineras y de los requisitos de cada fase en el sitio de operaciones.

**Cuadro 2. Fases operativas de las actividades mineras**

Fase	Actividad	Requisitos en el sitio de operaciones
I	<p><b>EXPLORACIÓ</b></p> <p>Estudio en oficina: identifica áreas con condiciones geológicas favorables; búsquedas bibliográficas; acceso a archivos locales no disponibles para el público</p> <p>Inspección aérea: identifica características favorables del paisaje</p> <p>Inspección geoquímica: recoge muestras de rocas, suelos, agua y sedimentos y vegetación para el análisis químico</p> <p>Inspección geofísica: mide sobrecarga, delinea las formaciones de las rocas y las estructuras geológicas</p> <p>Perforación y zanjeo exploratorios: verifica la presencia o ausencia de minerales y cuantifica las reservas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• avión para vuelos de escasa altura sobre el área de estudio</li> <li>• equipamiento mínimo</li> <li>• acceso para vehículo ligero con amplia cobertura del área</li> <li>• muestras de agua</li> <li>• corte de líneas y acceso</li> <li>• medios para mover tierras y hacer perforaciones</li> <li>• acceso para los equipos</li> <li>• equipamiento para el campamento base</li> <li>• suministro de agua y electricidad</li> <li>• almacenes</li> <li>• instalaciones para disponer de los desechos</li> </ul>
II	<p><b>EVALUACIÓ Y ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD</b></p> <p>Determina si el recurso puede desarrollarse económicamente; desarrollo de una evaluación de impacto ambiental y de una estrategia de impacto ambiental</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• equipo para mover tierras y hacer perforaciones</li> <li>• campamento base amplio</li> <li>• suministro de agua y electricidad</li> <li>• sitios de perforación y zanjeo</li> <li>• instalaciones para acceso, almacenamiento y disposición de desechos</li> </ul>
III	<p><b>CONSTRUCCIÓ, PRODUCCIÓ, PROCESAMIENTO Y DISTRIBUCIÓ</b></p> <p>Infraestructura (caminos de acceso, electricidad, suministro de agua); construcción de instalaciones y viviendas para el personal; extracción y procesamiento de mena, mineral, etc. en minas a cielo abierto o pozos; transporte de la mena y minerales desde el sitio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalación del equipo para mover tierra y explotación minera</li> <li>• instalaciones para uso de explosivos</li> <li>• instalaciones para la exportación</li> <li>• alojamiento/instalaciones para personal semi-permanente</li> <li>• suministro de agua y electricidad</li> <li>• mejoramiento de las instalaciones para acceso, almacenamiento y disposición de desechos</li> </ul>
IV	<p><b>CIERRE Y REHABILITACIÓ DEL SITIO Y RESTAURACIÓ DEL ECOSISTEMA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• equipo para garantizar la seguridad de las minas y de los sitios de almacenamiento de desechos</li> <li>• equipo para levantar las instalaciones</li> <li>• equipo para rehabilitar y restaurar el sitio</li> <li>• equipo para el tratamiento permanente del drenaje y filtraciones de la mina</li> </ul>

## Fase I: Exploración

### *Estudio en oficina*

Inicialmente, se examinan los mapas geológicos para ubicar formaciones de rocas importantes y cuencas sedimentarias. Se pueden utilizar fotografías aéreas para investigar características del paisaje que pudieran indicar la formación de cuencas, tales como fallas y anticlinales.

### *Inspecciones aéreas*

Se pueden recopilar más datos mediante el empleo de sensores remotos en satélites e reconocimientos geofísicos aéreos. Se pueden llevar a cabo una serie de reconocimientos geofísicos en un área amplia para identificar características geológicas que indiquen la presencia de minerales bajo la superficie. Ellos pueden incluir mediciones de conductividad eléctrica, magnetismo, radioactividad natural o anomalías en la gravedad, que con frecuencia se pueden realizar desde una avioneta o helicóptero. Ciertas técnicas, como las imágenes infrarrojas, pueden ayudar a clasificar rocas de superficie y poner de relieve cambios de vegetación, que también podrían indicar la presencia de minerales bajo la superficie.

### *Reconocimientos geoquímicos*

Se realizan en el lugar como parte de la exploración minera e incluyen recoger y analizar muestras de agua, sedimentos en cauces, muestras de suelos, vegetación y muestras de afloramientos rocosos para determinar su contenido mineral. Esta etapa inicial de exploración tiene un impacto limitado, dado que el equipo que se necesita es mínimo y se puede realizar gran parte del trabajo a pie o utilizando vehículos ligeros.

### *Reconocimientos geofísicos en el lugar*

Se llevan a cabo en el lugar y tienen como fin mapear las estructuras geológicas y medir la sobrecarga. El impacto puede ser mayor que el de los reconocimientos geoquímicos, y incluirán el corte en línea recta en la vegetación y acceso vehicular.

### *Perforación exploratoria*

Cuando los reconocimientos exploratorios ponen de manifiesto que hay un área prometedora para perforación, la etapa siguiente es confirmar la presencia y dimensión de los recursos minerales mediante una o más perforaciones exploratorias. Lo usual es realizar hasta una docena de perforaciones en una superficie de varios kilómetros cuadrados. Las perforaciones pueden durar entre uno y tres meses trabajando las 24 horas del día. Se toman muestras de los núcleos para el análisis mineral.



*Trabajos de exploración, Namibia.*  
Foto: Anglo American/Phil Tanner

Una vez que se ha identificado un recurso, se utiliza una secuencia de tres diferentes torres de perforación. Sus “huellas” e impactos son mucho menores que los que se utilizan en la exploración petrolera.

Se utiliza la perforación rotatoria de aire comprimido (RAB) como un método rápido de estimación para recolectar información geoquímica. Las perforaciones normalmente son de 40 m de profundidad y separadas unos 500 m unas de otras por varios kilómetros. El área de impacto, o plataforma, puede ser de apenas 5 por 5 metros.

La perforación por circulación de aire o agua se basa en los blancos geoquímicos que se han identificado con la RAB. Esta técnica es más precisa y puede perforar más profundo y en capas más duras. La profundidad típica de la perforación es de 80 m con una plataforma de perforación de 20 por 20 m. Hacer una perforación toma entre 5 y 40 horas.

Se utiliza un equipo de perforación de diamante para obtener muestras de núcleo. Esto proporciona información geotécnica acerca del sitio y análisis geoquímicos muy precisos. Se utiliza esta técnica sobre todo durante la etapa de factibilidad, cuando se trata de determinar el tamaño del recurso. La perforación normalmente llega a una profundidad de 100 a 150 m; la torre permanece varias semanas en cada perforación y las plataformas de perforación normalmente son de 30 por 30 m.

Por lo general, si se considera que el sitio no es comercialmente viable, se desmonta el equipo (v.g. la torre de perforación) se desmantela y se la traslada para utilizarla en otro sitio. El sitio debe dejarse en condiciones de seguridad y rehabilitado y, cuando sea posible, restaurado a su condición original (se pueden encontrar más detalles sobre desmantelamiento, rehabilitación del sitio y restauración del ecosistema en la Fase IV).

## **Fase II: Evaluación y estudios de factibilidad**

Antes de comenzar a producir, la compañía realizará una estimación para definir la dimensión y la naturaleza del recurso, determinar cómo se desarrollará la producción y evaluar si es económicamente factible. En el caso de sitios con potencial minero, se realizan perforaciones y excavaciones de evaluación para determinar la naturaleza de la zona mineralizada. Como los depósitos con frecuencia son complejos, se necesitan muchas muestras para establecer su grado, dimensión y continuidad.

Se prepara un estudio preliminar de factibilidad, sobre la base de un proyecto minero conceptual, para evaluar si resulta económica y técnicamente factible extraer el depósito. Junto con esta etapa se debe llevar a cabo una evaluación ambiental preliminar para identificar y ponderar los aspectos ambientales y sociales potenciales relacionados con actividades de producción y planes de cierre, y para determinar la necesidad de medidas de protección y mitigación. Si el estudio preliminar de factibilidad conduce a la decisión de seguir adelante, se elabora un estudio completo de factibilidad. También debe acompañar a las necesarias solicitudes de consentimiento una amplia evaluación de impacto ambiental.

### Fase III: Construcción, producción, procesamiento y distribución

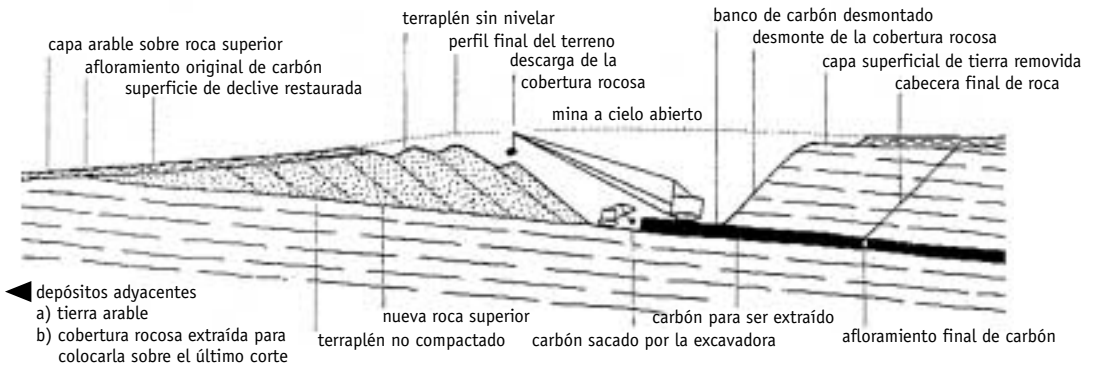
Las circunstancias y tipo de material determinarán el método de extracción, ya sea a cielo abierto o subterráneo.

#### Minería de superficie

Hay dos tipos principales de minería de superficie (que también se conoce como de cielo abierto). La minería a cielo abierto es adecuada para extraer materiales como carbón de baja graduación o piedra caliza, que se encuentran muy cerca de la superficie pero que pueden extenderse por muchos kilómetros cuadrados. Cada franja se diseña de forma que sólo se realiza la extracción en un área relativamente pequeña. Esto permite remover la sobrecarga del lado en que se avanza y reponerla en emplazarla en el lado que se deja atrás, donde ya se ha realizado la extracción.

La minería de plataforma o tajo abierto se utiliza para extraer rocas de la superficie de la tierra cuando los minerales se encuentran en grandes depósitos, que pueden ser profundos (hasta 1000 m) y se extenderse por varios km (Ilustración 3).

#### Ilustración 3. Diagrama de una mina a cielo abierto



Fuente: Waltham, T. 1994. *Foundations of Engineering Geology*. Routledge: London, p. 60

La primera actividad relacionada con la extracción en minas de superficie es remover la sobrecarga, incluyendo la capa superficial del suelo, para poner al descubierto los depósitos minerales. Se remueve con excavadoras y raspadoras o con barrenos; se puede almacenar la capa superficial de suelo y la sobrecarga para volverlas a utilizar más adelante. A esto le sigue la extracción de la mena y su transferencia por caminos de acceso, normalmente construidos al borde de la mina, al área de procesamiento. La mina se va excavando cada vez más profundamente en niveles sucesivos, dejando "terrazas" que sustentan los lados y permiten el acceso a los vehículos que mueven tierra y rocas.

Una tercera forma de minería de superficie es la explotación de placeres en depósitos aluviales o eluviales. En los depósitos de oro, aluminio, titanio y platino se realiza la extracción

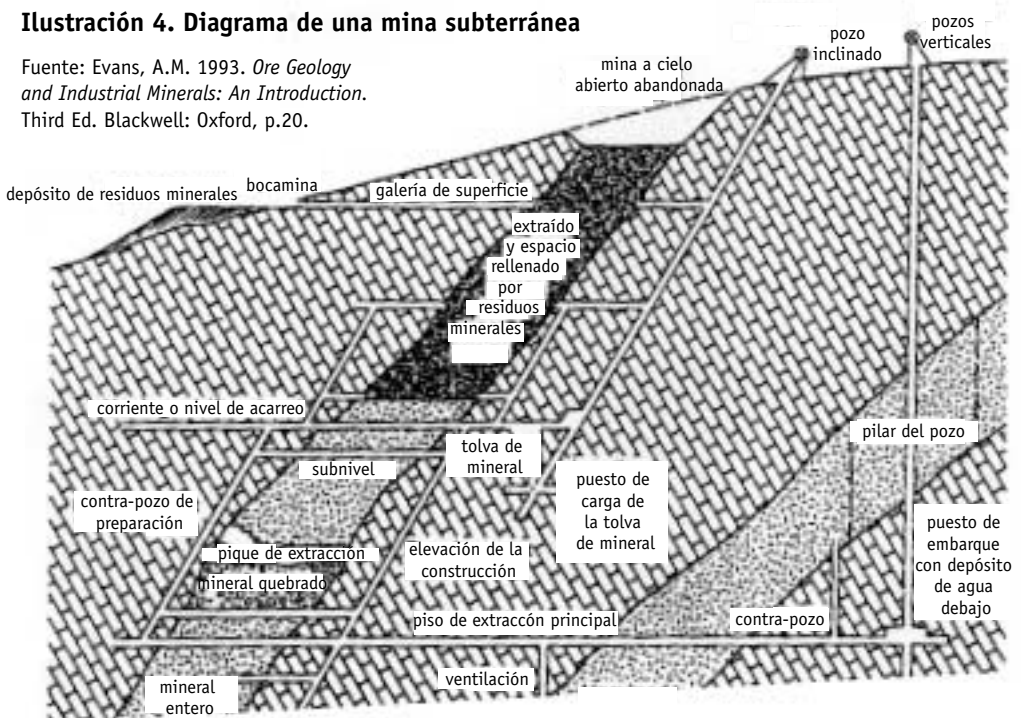
removiendo hidráulicamente el material y excavando con dragas y cargadores. El procesamiento normalmente se realiza mediante la separación por gravedad, por ejemplo en el caso del oro, y con técnicas como amalgamación con mercurio en el sitio para la recuperación final del oro. Las explotaciones de placeres varían en cuanto a tamaño, desde la artesanal, por ejemplo el clásico buscador de oro con sus manos, hasta la minería y procesamiento en gran escala.

### Minería subterránea

La minería subterránea se utiliza para explotar vetas de minerales que se encuentran por debajo de la superficie (Ilustración 4). Se emplean una serie de técnicas, como explotación por cámaras y pilares, túnel y pilares, y espacio y pilares (utilizado sobre todo para carbón pero también para sal, piedra caliza, etc.), arranque o rebaje (de ordinario utilizada en minas de metales para extraer depósitos en filones), explotación por socavón y derrumbe, y minería con barreno de techo y tajo largo (incluyendo cortar y llenar). Todas estas técnicas implican el uso de barrenos o excavar una galería para seguir un filón bajo tierra. En la minería subterránea del carbón se usan sobre todo cortadoras de roca y de máquinas de perforar, mientras que la minería de metales puede involucrar diferentes métodos extractivos. Aunque se extraigan metales diferentes y puedan utilizarse variaciones en las técnicas, los métodos extractivos generales son básicamente los mismos, involucrando una combinación de explosivos para barrenos y equipo para desplazar tierra y rocas. Los barrenos requieren medidas considerables de precaución, y también que se preste atención a minimizar cualquier perturbación a comunidades locales, ganado y vida silvestre.

### Ilustración 4. Diagrama de una mina subterránea

Fuente: Evans, A.M. 1993. *Ore Geology and Industrial Minerals: An Introduction*. Third Ed. Blackwell: Oxford, p.20.



Una forma diferente de minería subterránea utiliza disolver el mineral en un líquido para luego succionarlo con una bomba, parecido a la extracción de petróleo. Este proceso adopta dos formas diferentes:

- Se utiliza la disolución in situ para sales solubles, como sulfatos y potasa. Se inyecta agua a los estratos subterráneos la cual disuelve los minerales solubles en agua, que luego se extraen como salmuera líquida. Este proceso deja una cavidad subterránea donde se ha sacado el mineral, lo cual más adelante puede producir hundimientos.
- Se lleva a cabo la lixiviación in situ por medio de la inyección de sustancias químicas conocidas como lixiviantes. Pueden ser ácidos, básicos o neutros, y a menudo contienen oxidantes para extraer minerales como uranio y cobre. Las sustancias químicas se mantienen dentro de la zona de la mena mediante el control de los gradientes hidrológicos del pozo/campo.

### *Procesamiento de minerales*

Una vez que se ha removido la roca o la mena, se requerirá alguna forma de procesamiento para producir el mineral o concentrado, que luego se exporta desde el sitio. El procesamiento puede ser muy sencillo (como es el caso del carbón, de agregados, de arena y ripio) o puede conllevar métodos más complejos, que incluyen algunas de las siguientes actividades o todas ellas:

- triturar, lavar y dar cierto tamaño: procesos físicos para producir materia prima limpia de un tamaño aproximadamente uniforme;
- procesos de separación: para separar materiales diferentes, ya sea según su gravedad específica (por ej. separación por gravedad, flotación e hidrociclones) o, en el caso de materiales ferrosos, a partir de propiedades magnéticas;
- procesos químicos: para extraer sales metálicas, etc. por medio de lixiviación con ácidos, bases u oxidantes; y
- calor y procesos eléctricos; para extraer materiales purificados, por ej. refinar y fundir.

Los materiales se pueden procesar en el sitio, o la materia prima se puede transportar para procesarla en otro lugar (por ejemplo, donde haya más disponibilidad de agua y electricidad). A veces se realiza un procesamiento parcial para disminuir el volumen de los materiales y los costos de transporte.

Algunas de estas actividades requieren pocos aditivos químicos, o ninguno, con lo que producen subproductos benignos. Otros, como los procesos de lixiviación química y flotación, implican la utilización de reactivos químicos específicos, que incluyen solventes orgánicos tóxicos. En el Anexo 1 se ofrece un resumen de las técnicas clave que se utilizan para procesar los distintos materiales y los productos asociados y desechos del proceso.

Las actividades extractivas y de procesamiento requieren cantidades importantes de electricidad y agua, y tanto la una como la otra pueden ser difíciles de conseguir en zonas áridas y semiáridas aisladas. Si se requiere agua para el procesado, entonces es esencial



extraer el agua de los desechos y residuos para volver a utilizarla. En el caso de que haya contaminantes en el agua, que pueden ser tóxicos, debe tenerse sumo cuidado en el diseño de embalses para desechos y de la eliminación de lixiviados. Durante el procesamiento se pueden producir otros desechos y emisiones sólidos, líquidos y gaseosos. En el Cuadro 3 se sintetizan los flujos de desechos clave que se originan en la extracción y procesamiento de minerales, y las opciones de eliminación y tratamiento.

**Cuadro 3. Flujos de desechos claves**

Flujos de desechos	Métodos de tratamiento y eliminación	Cuestiones
Sobrecarga y rocas de desecho		
Las rocas y tierra se trasladan antes o durante las operaciones mineras	<p>Las capas superficiales de tierra se almacenan para reutilizarlas durante la rehabilitación y restauración</p> <p>La sobrecarga suele colocarse cerca del sitio y puede utilizarse inicialmente para rellenar cavidades y elevar áreas planas alrededor de la mina o se almacenan para rellenar al final zanjas y pozos</p> <p>Se pueden utilizar las rocas de desecho para desarrollar lugares de viviendas, carreteras, etc. a favor de la mina y de la comunidad local</p>	<p>Drenaje ácido de mina (DAM) debido a la oxidación de minerales sulfurados cuando se exponen al agua y el aire, produciendo aguas ácidas y ricas en sulfuros con altas concentraciones de hierro, sulfato y otros metales; ciertas bacterias aceleran este proceso</p> <p>Producción de sedimentos y relleno de ríos debido a una mayor erosión</p>
Agua de minas		
Drenaje/extracción de agua de las minas para rebajar el nivel hidrostático	<p>Neutralización y ventilación</p> <p>Eliminación de contaminantes potencialmente tóxicos, por ej. arsénico, cromo, cobre, cianuro, plomo, selenio, níquel y zinc</p> <p>Tratamiento pasivo por medio de la construcción de humedales</p>	El tratamiento del agua de la mina quizá deba proseguir por muchos años después de que concluya el funcionamiento

Desechos		
Desechos minerales finos que se producen en las operaciones de trituración durante el procesamiento	<p>La extracción de agua disminuye el contenido húmedo de las colas para su transporte y eliminación en camiones</p> <p>Las colas remojadas se pueden transportar por tuberías desde el triturador hasta el área de eliminación</p> <p>Una forma típica de eliminación es en depósitos de superficie o como relleno en minas subterráneas</p> <p>Puede resultar adecuado el almacenamiento de los desechos secos, cubiertos por una capa de piedras</p>	<p>Drenaje ácido de la mina (AMD)</p> <p>Filtración tóxica</p> <p>Generación de polvo</p> <p>Erosión</p>
Efluentes en el proceso		
	<p>Efluentes que van a parar a aguas procedentes de depósitos de desechos, de cuencas de sedimentación y del drenaje de aguas de lluvia</p> <p>Neutralización y ventilación</p> <p>Tratamiento en humedales construidos</p>	<p>Pueden contener sustancias químicas peligrosas</p> <p>Los estanques pueden lixiviar hacia aguas subterráneas o desbordarse durante tormentas</p>
Emisiones de aire		
Partículas, metano, SOx y NOx	<p>Ubicación adecuada de minería, las operaciones de trituración y criba colocadas a sotavento de las comunidades y de las viviendas del personal</p> <p>Las emisiones peligrosas a partir de procesos concretos pueden necesitar un tratamiento específico para cumplir con los estándares de emisión</p>	<p>El polvo puede contener contaminantes tóxicos procedentes de los minerales extraídos, pero de ordinario en concentraciones bajas</p> <p>La generación de metano en minas de carbón contribuye al efecto invernadero y al calentamiento global</p>

#### Fase IV: Cierre y rehabilitación del sitio y restauración del ecosistema

En áreas donde funcionan industrias extractivas con frecuencia se pueden ver sitios viejos y abandonados. Se está, sin embargo, tomando cada vez más conciencia de que el cierre seguro, la rehabilitación del sitio y la restauración del ecosistema forman parte de las obligaciones de una compañía industrial extractiva. Este requisito se incorpora normalmente a los términos de la concesión, y las compañías quizá deban destinar parte de sus ingresos resultantes de la producción a fondo de rehabilitación/restauración o fondo perdido. El nivel de rehabilitación

y la utilización futura tendrán que aceptarlos las autoridades y las comunidades locales, en principio antes de que comiencen las operaciones, y en detalle cuando concluyan. En algunos casos se puede restaurar el sitio a su condición original, pero no siempre resulta posible. La

restauración del sitio puede implicar reemplazar los suelos si se ha producido contaminación, junto con medidas para fomentar la revegetación (ver también la sección 4.2.3).



*Rehabilitación de una mina de zinc, Namibia.*  
Foto: Anglo American

Una de las preocupaciones principales será la persistencia de drenaje ácido de la mina y las lixiviaciones en estanques de desechos. El bombeo y el tratamiento de estos líquidos quizá deban continuarse por muchos años para prevenir la contaminación del agua, tanto de superficie como subterránea.

## 2.3 Exploración y extracción petroleras

Las compañías petroleras difieren mucho en cuanto al alcance de sus actividades. Se pueden especializar o dedicarse a algunas de las fases de desarrollo o a todas ellas. Van desde operaciones multinacionales grandes, activas en muchos países, hasta compañías de tamaño medio que operan en regiones más limitadas. Las compañías especializadas con frecuencia ofrecen servicios, por ej. estudios y perforación, sobre la base de contratos. El Cuadro 4 ofrece un resumen de las fases de exploración y extracción petrolera y de los requisitos en el terreno.

### Cuadro 4. Fases operativas de exploración y producción de petróleo

Fase Actividad	Requisitos en el sitio
<p>I EXPLORACIÓN</p> <p>Estudio en oficina: identifica áreas con condiciones geológicas favorables; búsqueda bibliográfica; consulta de archivos locales no disponibles al público en general.</p> <p>Inspección aérea: identifica características favorables en el paisaje</p> <p>Estudio sísmico: identifica información detallada sobre geología</p> <p>Perforación y excavación de zanjas: verifica la presencia o ausencia de un depósito de hidrocarburo y cuantifica las reservas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• avión que vuela bajo sobre el área en estudio</li> <li>• acceso por carretera o en helicóptero para personal y equipo</li> <li>• acceso y caminos para vehículos</li> <li>• instalaciones de un campamento base</li> <li>• instalaciones para probar la estructura</li> <li>• acceso para el equipo</li> <li>• instalaciones del campamento base</li> <li>• abastecimiento de agua y electricidad</li> <li>• instalaciones para almacenamiento</li> <li>• instalaciones para la disposición de desechos</li> </ul>

<p><b>II EVALUACIÓN Y ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD</b></p> <p>Determina si es económicamente factible desarrollar el recurso; evaluación de impacto ambiental y estrategia de impacto ambiental</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sitios adicionales de perforación</li> <li>• campamento base grande</li> <li>• abastecimiento de agua y electricidad</li> <li>• acceso adicional; instalaciones para almacenar y disponer de los desechos</li> <li>• instalaciones para almacenar petróleo</li> </ul>
<p><b>III CONSTRUCCIÓN, PRODUCCIÓN, PROCESAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN</b></p> <p>Infraestructura (caminos de acceso, electricidad, abastecimiento de agua); construcción de instalaciones y viviendas; producción de petróleo y gas a partir del depósito por medio de formación de presión, elevación artificial y posiblemente técnicas avanzadas de recuperación hasta que se agoten las reservas económicamente factibles.</p> <p>Procesamiento y refinamiento</p> <p>Transporte y tuberías</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mayor producción de petróleo (cabeceras de pozos, conductos, estaciones de recolección)</li> <li>• instalaciones de separación y tratamiento</li> <li>• más tanques de almacenamiento de petróleo</li> <li>• planta de producción de gas, llamaradas</li> <li>• instalaciones para exportación (oleoducto, camiones tanque)</li> <li>• viviendas e instalaciones para personal semi-permanente</li> <li>• abastecimiento de agua y electricidad</li> <li>• mejor acceso, instalaciones para almacenamiento y disposición de desechos</li> </ul>
<p><b>IV CIERRE Y REHABILITACIÓN DEL SITIO Y RESTAURACIÓN DEL ECOSISTEMA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• equipo para sellar pozos</li> <li>• equipo para quitar las instalaciones</li> <li>• equipo para restaurar el sitio, el paisaje y para revegetar</li> </ul>

## Fase I: Exploración

### *Estudio en la oficina*

En un principio, se examinan mapas geológicos para identificar formaciones rocosas importantes y cuencas sedimentarias. Se puede utilizar fotografía aérea para investigar características del paisaje, tales como, fallas o anticlinales, que indican formación de cuencas.

### *Reconocimientos aéreos*

Al igual que en la exploración minera, se pueden recoger más datos con el empleo de sensores remotos por satélite y de inspecciones geofísicas aéreas. Los reconocimientos geofísicos, como las mediciones de conductividad eléctrica, magnetismo, radioactividad natural y anomalías en la gravedad, puede llevarse a cabo en un área extensa para identificar características geológicas que indicarían que hay petróleo en el subsuelo. Además, con imágenes infrarrojas se puede ayudar a clasificar las rocas de superficie y resaltar los cambios en la vegetación, lo cual indicaría la presencia de depósitos subyacentes de petróleo.

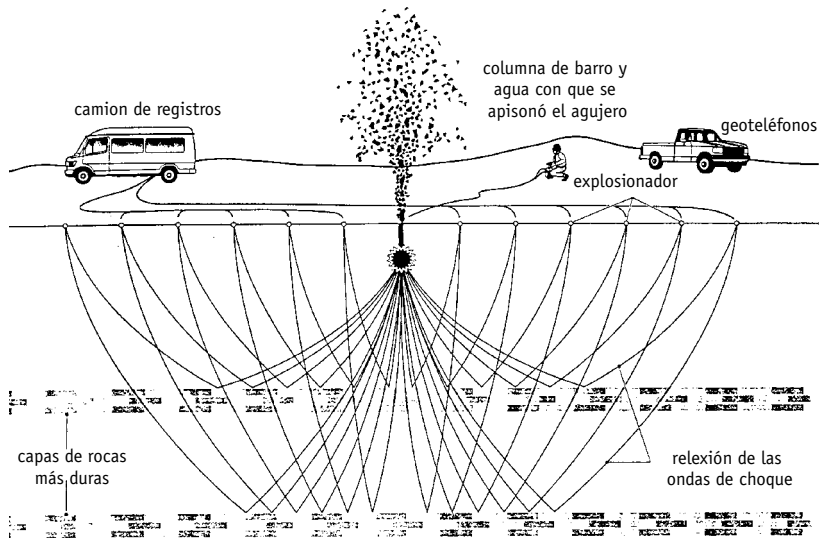
### *Reconocimientos sísmicos*

Los reconocimientos sísmicos durante la exploración petrolera pueden utilizar las siguientes técnicas:

- Las técnicas de explosión en boquetes suponen detonar pequeñas cargas en aberturas superficiales a lo largo de las líneas de reconocimiento. Las ondas de choque se reflejan desde los estratos rocosos subyacentes y se miden utilizando sensores (Gráfico 5). Se utiliza esta información para mapear formaciones rocosas bajo tierra que indican posibles depósitos de petróleo. Aunque las líneas de reconocimiento deben ser lo suficientemente anchas como para permitir el acceso de instrumentos y operadores, pueden ser de entre 0.5-1 m, por cuanto los instrumentos pueden acarreararse con las manos.
- El 'vibroseis' implica la utilización de entre tres y cinco vehículos pesados, unidos por cables eléctricos y de comunicaciones. Se hace vibrar el suelo de manera subsónica y con instrumentos se miden las ondas reflejas que regresan a la superficie. Se repiten las mediciones cada pocos metros. Esta técnica solo se puede utilizar en carreteras y otras superficies sólidas, como praderas, donde resulta posible entrar con vehículos. Con frecuencia resulta preferible, desde un punto de vista ambiental, al método de explosivos, por cuanto su fuente más baja de energía perturba menos la vida silvestre. Sin embargo, puede ser necesario quitar la vegetación a lo largo de una pista de acceso de una anchura de 3-4 m.

### Ilustración 5. Reconocimientos sísmicos

Fuente: Joint E&P Forum/UNEP. 1997. *Environmental Management in Oil and Gas Exploration and Production: An Overview of Issues and Management Approaches.*



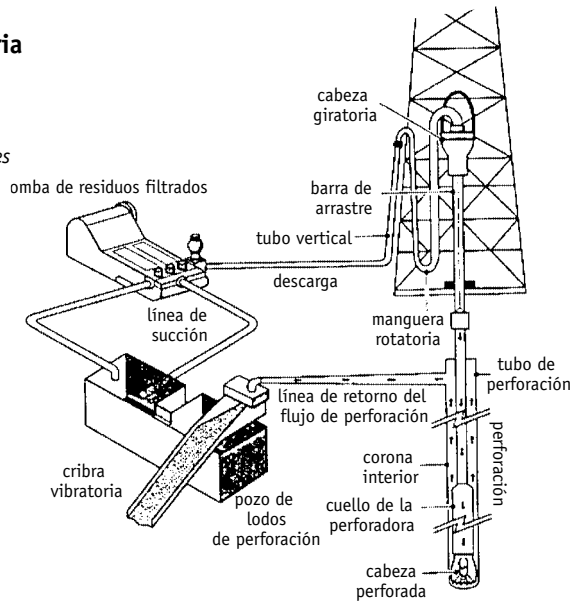
### Perforación exploratoria

Cuando los reconocimientos exploratorios indican que un área parece prometedora, la siguiente fase debe confirmar la presencia y magnitud de los recursos de hidrocarburos mediante la perforación de uno o más pozos exploratorios. En un área de varios kilómetros cuadrados lo usual es perforar hasta doce pozos, y esta actividad puede durar entre uno y tres meses. Se toman muestras de sondaje para ser analizadas.

Se prepara el terreno levantando alrededor del perímetro estribaciones con la capa superficial de tierra y la que le sigue. Esto se volverá a colocar una vez que finalice la operación. Se construye una plataforma para ubicar el equipo de perforación, que suele ocupar 4.000-15.000 m. cuadrados; el campamento de trabajo ocupa un área más pequeña, en general unos 100 m cuadrados. La perforación se suele realizar utilizando una torre de perforación rotativa, sostenida por una torre que alberga el equipo cabestrante, el motor y las unidades eléctricas (Ilustración 6). A medida que va profundizándose el pozo, se agrega más tubería; el tubo de acero se fija con cemento en las secciones ya completadas, tanto para soporte como para impedir que el agua subterránea o el material poroso se contaminen debido a petróleo o fluidos de perforación.

### Ilustración 6. Perforación exploratoria

Fuente: Joint E&P Forum/UNEP. 1997.  
*Environmental Management in Oil and Gas  
Exploration and Production: An Overview of Issues  
and Management Approaches.*



Para enfriar la broca de perforación y extraer los fragmentos de roca, se hace circular en forma continua barro especial de perforación disuelto en agua (a base de bentonita, una arcilla que se encuentra en estado natural) descendiendo por la tubería de perforación y ascendiendo por el pozo extractivo. Un pozo para extracción que suele ser de 1.500 m de profundidad requiere alrededor de 200.000 a

500.000 litros de barro de perforación. El peso del barro contrarresta la presión subterránea e impide explosiones. También se pueden prevenir las explosiones utilizando prensas de acero accionados hidráulicamente, que se ciñen alrededor de la columna de perforación y sellan completamente el pozo. El sitio de perforación requerirá generadores eléctricos, equipo para hacer concreto, tanques de barro de perforación y bombas mezcladoras y un vibrador para esquistos para separar los pedacitos de roca del barro de perforación. También se dispondrá en el sitio de tanques para combustible, agua y petróleo ya extraído, y de oficinas y de seguridad.

Las pruebas por perforación pueden generar petróleo, gas y agua. A los gases que se produzcan se les da salida a la atmósfera y se queman. El petróleo que se recupera se almacena en tanques y, de ser factible, se puede transportar en camiones cisterna fuera del sitio para venderlo; una alternativa es quemarlo en el sitio en pozos de combustión. Cada vez más se considera inaceptable lanzar a la atmósfera y quemar incluso pequeñas cantidades de gas y petróleo, y se pueden necesitar medidas para limitar y eliminar gases emitidos y

petróleos. El agua que se produce en las actividades de perforación puede ser muy salobre o contaminada, y requiere que se disponga de ella con cuidado.

Donde se encuentra petróleo se realizan pruebas para determinar las tasas de flujo y decidir si el petróleo fluirá por presión propia. Las pruebas suelen tomar un mes. Si la perforación exploratoria tiene éxito, se instala una pequeña válvula en el tope del pozo para taparlo. Si el pozo es seco, entonces se tapa con cemento para impedir la fuga de fluidos desde el orificio del pozo.

Si el sitio no se considera comercialmente viable, se desmonta el equipo, es decir, la plataforma de perforación, y se traslada para volver a utilizarlo en otro sitio. Se debe dejar el sitio en condición segura, rehabilitado y, de ser posible, restaurado a su estado original. Se pueden encontrar más detalles acerca del cierre, rehabilitación del sitio y restauración del ecosistema en la sección 2.2, Fase IV.

## **Fase II: Evaluación y estudios de factibilidad**

Antes de comenzar la producción, la compañía realizará una evaluación para definir el tamaño y naturaleza del recurso petrolero, y para determinar cómo se llevará a cabo la fase de producción y si es o no económicamente factible. La cantidad de pozos que se requieren depende de la consistencia del petróleo y de la estructura geológica en la que se encuentra. Puede llevarse a cabo una perforación desviada o direccional a cierto ángulo en el mismo sitio de perforación para valorar áreas adyacentes. Esto disminuye los problemas logísticos, los costos y el impacto ambiental.

El estudio preliminar de factibilidad se suele basar en un proyecto conceptual de producción de petróleo y gas para evaluar si el recurso puede extraerse o no económica y técnicamente. Debe llevarse a cabo una evaluación ambiental preliminar para identificar y ponderar los aspectos ambientales y sociales potenciales asociados con las actividades de producción y planes de cierre, y para determinar la necesidad de medidas de protección y mitigación. Si el estudio preliminar de factibilidad conduce a la decisión de seguir adelante, se realiza el estudio completo de factibilidad. Luego debe elaborarse una evaluación de impacto ambiental (sección 4.2.2) que acompaña a las solicitudes requeridas de aceptación.

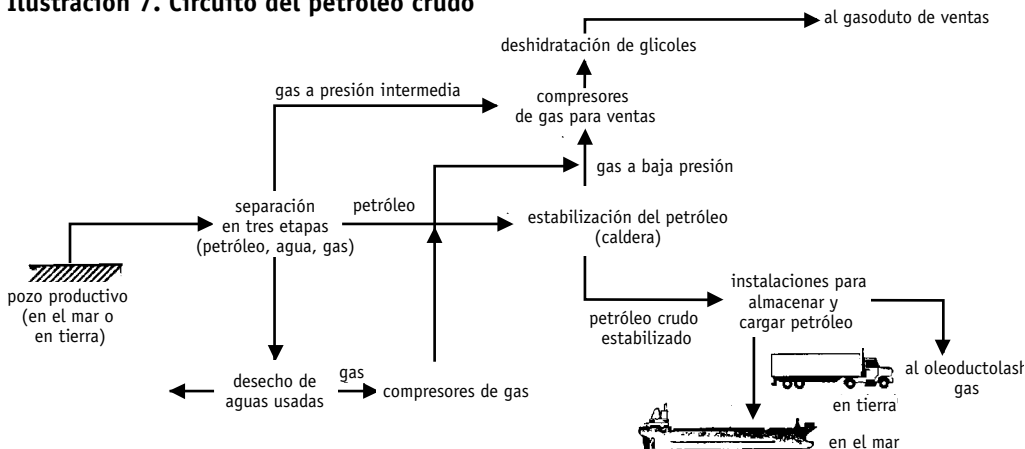
## **Fase III: Construcción, producción, procesamiento y distribución**

Si el depósito encontrado es pequeño, pueden desarrollarse las actividades utilizando uno o más pozos exploratorios existentes, lo cual requerirá pocos insumos adicionales. Con frecuencia se perforan pozos de producción múltiple en un solo sitio para disminuir los costos generales. Cuando dos o más sitios explotan un mismo depósito, se puede utilizar una estación central de producción para extraer y separar el petróleo, el gas y el agua. El tamaño y tipo de instalación dependerá del rendimiento del depósito y del uso que se le quiera dar, pero puede abarcar un área considerable.

Si existen suficientes cantidades de gas, se puede utilizar para su producción comercial; si no, se puede bombear de vuelta al depósito para mantener la presión. Se echarán a la atmósfera o quemarán pequeñas cantidades de gas. El agua que se extraiga o bien se la trata para eliminarla o puede ser reinyectada al depósito. Una vez que se haya recuperado todo el petróleo por presión natural y con técnicas de bombeo (recuperación primaria), pueden emplearse otras técnicas de recuperación. Entre ellas están la inyección de agua o gas (recuperación secundaria) y métodos que emplean sustancias químicas, dióxido de carbono, nitrógeno o calor (recuperación terciaria). De esta forma se puede obtener el máximo rendimiento del sitio perforado.

Aparte de la separación de los productos básicos de hidrocarburos, rara vez se realizan en el sitio mismo el procesamiento y el refinamiento. Se necesitarán más tanques de almacenamiento para petróleo y gas, a no ser que se vaya a utilizar un oleoducto para exportar los productos (Ilustración 7).

**Ilustración 7. Circuito del petróleo crudo**



Fuente: Joint E&P Forum/UNEP. 1997. *Environmental Management in Oil and Gas Exploration and Production: An Overview of Issues and Management Approaches.*

## Fase IV: Cierre y rehabilitación del sitio y restauración del ecosistema (ver página 25)

### 2.4 Requisitos generales en el sitio

Todas las actividades de exploración y evaluación requieren servicios de apoyo. Aunque las actividades de reconocimiento necesitan menos apoyo que la perforación exploratoria y la evaluación técnica, pueden tener un impacto ambiental imprevisto debido a su amplitud. La perforación y la evaluación técnica son más focalizadas y específicas según el sitio, los impactos se pueden predecir de antemano y se pueden limitar por medio de una gestión efectiva.



### *Acceso*

Las torres de perforación y el equipo de apoyo pueden transportarse por tierra, agua o aire. Sea cual fuere el método que se utilice, implica una tarea logística considerable. Por ejemplo, para llevar una torre de perforación para petróleo a un sitio dado pueden necesitarse entre 25 y 60 cargas de camiones. La perforación para explorar la existencia de minerales puede requerir solo 2-3 camiones y ocupar un área por 3-7 días. Si el sitio está lejos de carreteras y servicios, tendrán que construirse vías de acceso. Incluso cuando esas vías existen, quizá no sean adecuadas para el transporte de las cargas que se requieren para la perforación exploratoria. La selección del sitio, por tanto, debería incluir el análisis de opciones de acceso y de los impactos ambientales conexos.

### *Instalaciones*

Los sitios de exploración en ambientes áridos suelen estar lejos y rara vez tienen cerca comunicaciones y abastecimiento de agua y electricidad. Tienen que traerse las instalaciones para generar electricidad y el combustible. No es probable que se disponga de agua en el sitio; tendrá que ser transportada en camiones cisterna.

Se necesitará un campamento de apoyo para los trabajadores. Normalmente incluye viviendas, cantina, comunicaciones, mantenimiento de vehículos y áreas de estacionamiento, áreas de almacenamiento y manejo de combustible e instalaciones para disponer de los desechos. El campamento de ordinario estará ubicado a sotavento del sitio de perforación y puede llegar a ocupar un área de 1000 m cuadrados para las operaciones de evaluación. El campamento de apoyo para la perforación petrolera suele ser mayor que el requerido para la perforación minera.

Las necesidades de alojamiento para la fase de producción son similares a las que se tienen para la exploración, excepto que hay más posibilidad de proveer techo a una fuerza laboral permanente en el área local. Los alojamientos temporales para el personal puede reemplazarse con viviendas a más largo plazo, y el suministro de electricidad y aguas puede traerse de otro lugar, en vez de depender de la generación y fuentes hídricas locales. Las carreteras y caminos de acceso pueden necesitar que se los mejore para acomodar el tráfico adicional, y también pueden necesitarse redes más extensas de comunicación.

### *Transporte de productos*

La decisión de si transportar los productos comerciales por carretera, ferrocarril o, en el caso de productos de hidrocarburos, por oleoductos y gasoductos, dependerá de la ubicación del sitio. Si se produce una gran cantidad de hidrocarburos en un sitio muy alejado, la forma más eficiente de transportar el petróleo y el gas a terminales para su distribución suele ser una red de tuberías. Las estructuras lineares como tuberías, carreteras y ferrocarriles requieren una evaluación exhaustiva de impacto ambiental antes de que se tome una decisión acerca del modo más apropiado de transporte.

## Capítulo III

# Impactos ambientales y recomendaciones

## 3.1 Ambiente físico

### 3.1.1 Calidad del aire

Las operaciones de las industrias extractivas en zonas áridas y semiáridas producen tres emisiones principales: polvo y partículas; combustión y emisiones de gases de efecto invernadero; y emisiones de gases de los procesos.

#### *Polvo y partículas*

Con mucho, la preocupación más común es la gran cantidad de partículas que generan casi todos los aspectos de la minería, incluyendo las voladuras, movimientos de tierra y rocas, trituración y tamizado. El viento también puede acarrear tenues partículas desde residuos que se secan en presas y desde donde se desarrollan actividades de construcción y perforación, en especial la construcción de vías de acceso. Las cantidades de polvo que se liberan dependerán de la naturaleza de la sobrecarga y de la mena. Si el polvo consiste de partículas relativamente grandes, se asentará con rapidez. Las partículas más tenues permanecen por más tiempo en el aire y pueden causar problemas respiratorios.

El problema del polvo es particularmente agudo en las zonas áridas, ya que se dan pocas precipitaciones naturales para humedecer el polvo. Las condiciones ventosas tienden a mantener al polvo en el aire por más tiempo, y a transportarlo más lejos. El impacto puede ser menos significativo, sin embargo, que en una zona más húmeda, donde hay naturalmente menos partículas en el aire.

La aplicación de criterios estrictos de calidad del aire adecuados para una zona urbana quizá no sean apropiados en un área desértica aislada. Debe procurarse, sin embargo, evaluar el impacto en las comunidades en áreas a sotavento y en la utilización de la tierra, dado que niveles elevados de partículas son perjudiciales para la salud y para la producción agrícola. En la mayoría de los casos el polvo será relativamente inerte, pero puede contener elementos residuales peligrosos, p.ej. plomo, arsénico, cadmio o níquel. También se desprenderán partículas negras que contienen carbón debido a la combustión de petróleo y gas, p.ej. en llamaradas, y a operaciones de procesamiento de carbón.



*Contención del polvo en el desierto de Atacama, Chile.*  
Foto: Anglo American

### *Combustión y emisiones de gases de efecto invernadero*

Estas son las principales causas de combustión y de emisiones de gas de efecto invernadero:

- quema y purga de gases procedentes de pozos de petróleo y gas, que despiden dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); si el petróleo contiene un nivel elevado de sulfuro, entonces pueden descargarse a la atmósfera óxidos sulfúricos;
- empleo de generadores, vehículos y otro equipo que despiden NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles (COV); y
- filtración de gases, en especial metano, desde las minas de carbón; el metano de estas minas puede significar hasta el diez por ciento de las emisiones de metano en todo el mundo, y es también un gas que se fuga en las operaciones petroleras y de gas.

Estos gases pueden reaccionar con la luz solar, produciendo condiciones locales de smog, aunque este riesgo es bastante bajo, por cuanto las cantidades que se generan en situaciones mineras aisladas son relativamente pequeñas. Sin embargo, en vista del nexo entre emisiones de gases de efecto invernadero, el cambio climático y la desertificación, las compañías que explotan petróleo y gas en zonas áridas y semiáridas deberían hacer esfuerzos especiales para disminuir las emisiones.

### *Emisiones de gases de los procesos*

Las emisiones de gases de los procesos incluyen las siguientes:

- emisiones de dióxido sulfúrico de fundiciones de cobre y aluminio;
- emisiones de fluoruros por fundición de aluminio; y
- compuestos perfluorinados de carbono de la fundición de aluminio y de la extracción de petróleo y gas.

Estos peligrosos gases pueden producir daños ambientales importantes, en especial cuando se combinan con precipitaciones para producir lluvia ácida. Sin embargo, dada la ausencia casi total de precipitaciones en zonas áridas y semiáridas, los efectos localizados pueden ser menos intensos, aunque la contribución regional a la lluvia ácida por parte de plantas procesadoras grandes puede resultar importante.

### **Recomendaciones: Calidad del aire**

El polvo que generan las actividades de las industrias extractivas normalmente se controla rociando con agua los caminos y áreas expuestas. Esto, sin embargo, puede no resultar posible en zonas más áridas, por cuanto a menudo no se dispone de agua en cantidades suficientes. En tales situaciones, se deben planificar las operaciones para minimizar la generación de polvo, p.ej. restringiendo el área de operaciones cuando las condiciones ventosas son demasiado fuertes. Los sitios extractivos ya abandonados pueden cubrirse con “estiércol” de rocas para impedir que el polvo recircule.

El blanco más importante para la disminución de emisiones en la industria petrolera es la quema en antorcha (*flaring*) y la descarga de gases (*venting*). Las mejoras en los

procedimientos de control, diseño y sistemas de mantenimiento han conducido a una disminución de las emisiones. Las mejoras tecnológicas en el diseño de válvulas han logrado que haya menos emisiones por fuga, y las mejoras en la tecnología de la combustión han aumentando su eficiencia.

Los cambios tecnológicos para incrementar la eficiencia y la combustión de vehículos, bombas, compresores, han conducido a menos emisiones. Es indispensable un mantenimiento regular y efectivo para asegurarse de que sigan adelante tales mejoras durante toda la vida de la operación. Dondequiera que sea posible, deben eliminarse los elementos gaseosos peligrosos de las emisiones de gases de los distintos procesos. Las técnicas de limpieza incluyen la condensación, la absorción, la adsorción, la filtración y el lavado.

### 3.1.2 Suelos

La alteración del perfil del suelo durante las actividades que desarrollan las industrias extractivas tiene un efecto importante en los recursos físicos, químicos y biológicos del mismo. La estructura de los suelos áridos (como arenas, capas superficiales y estratos por debajo de la superficie) implica unas características especializadas, tales como la corteza de defensa y firmes desérticos que se destruyen con facilidad. Todavía pueden verse, muchas décadas después, huellas de vehículos en algunos firmes desérticos.

Tanto el traslado físico como la compactación debidos a desplazamiento de vehículos pueden dañar la estructura original del suelo, en especial, de las capas superficiales. Esto también puede dañar los recursos biológicos, como semillas, que se encuentran en ellas. Una vez dañados, los suelos ya no pueden desempeñar sus funciones de manera óptima en cuanto a desplazamiento de gases y soluciones a través de una red de poros. Esto disminuye la tasa de infiltración del agua de lluvia, y reduce la capacidad del suelo para retener agua. Puede aumentar la salificación, al aflorar agua que acarrea sales que permanecen después de que el agua se evapora. La remoción de capas protectoras del suelo y de vegetación deja al descubierto rocas subyacentes y capas inferiores y puede incrementar el riesgo de erosión debido tanto al viento como al agua. En zonas áridas y semiáridas, las laderas secas y con escasa vegetación son particularmente vulnerables a la erosión durante la estación lluviosa, cuando las precipitaciones pueden ser intensas. Vientos de solo 15 km por hora pueden erosionar dunas de arena a través de la saltación.



*Sitio de perforación para exploración, Namibia.*  
Foto: Anglo American

La “erosionabilidad” de las rocas está relacionada con su tipo y origen, y con los procesos mecánicos y químicos de desgaste a los que se verán sometidas al quedar expuestas. En las tierras áridas y semiáridas, la escasez de agua por lo general retarda los efectos del desgaste.

El viento y la expansión y contracción termal diurnas son factores más importantes. Los caudales efímeros en wadis y las escorrentías laminares, debidos a eventos de precipitación intensa, también pueden producir caudales de agua de superficie de enorme fuerza física, capaces de transportar grandes cargas de sedimentos y de causar importante erosión. Por lo general, los tipos de rocas geológicamente más viejas y consolidadas son más resistentes a la erosión física.



*Mina de cobre, Chile.*  
Foto: Anglo American/  
Phil Tanner

Los depósitos sulfurosos polimetálicos masivos pueden generar el drenaje ácido de mina (DAM). La liberación de otros metales y contaminantes dependerá de la geoquímica específica y de las condiciones ambientales del depósito. Tales liberaciones pueden producir efectos graves y persistentes en la vegetación y el agua subterránea. Bajo condiciones climáticas áridas y semiáridas, que se caracterizan por extensos períodos secos intercalados con eventos poco frecuentes de precipitaciones abundantes, el DRA puede no resultar aparente por cierto tiempo.

Las piedras salinas y sódicas residuales con frecuencia resultan un problema particular en zonas áridas, donde la sal en las rocas es de origen atmosférico, o se encuentra en intersticios y no resulta posible predecir su presencia a partir de la geología. Si se vierte con las piedras de desecho, la sal puede lixiviarse en ciertas partes de la tierra y concentrarse en otras. Aunque la salinidad tiende a incrementarse con la profundidad dentro del perfil de rocas desgastadas, tasas elevadas de evaporación en zonas áridas pueden conducir a elevados niveles de salinidad en la corteza superficial.

Los niveles de salinidad se pueden complicar debido a los patrones de las aguas subterráneas. Antes de proceder a la explotación minera, se pueden utilizar residuos recientes en muestras de perforación para determinar niveles relativos de salinidad. Esto permite desarrollar secuencias para verter sobrecarga que minimizarán la cantidad de sal cerca de la superficie.

### **Recomendaciones: Suelos**

Antes de que se inicie el proyecto, se deben describir y “mapear” todos los recursos de la capa superior de los suelos para determinar lo siguiente:

- cantidad de suelo;
- composición de la vegetación;
- estructura y profundidad del suelo; y
- pH, salinidad y contenido de contaminantes.

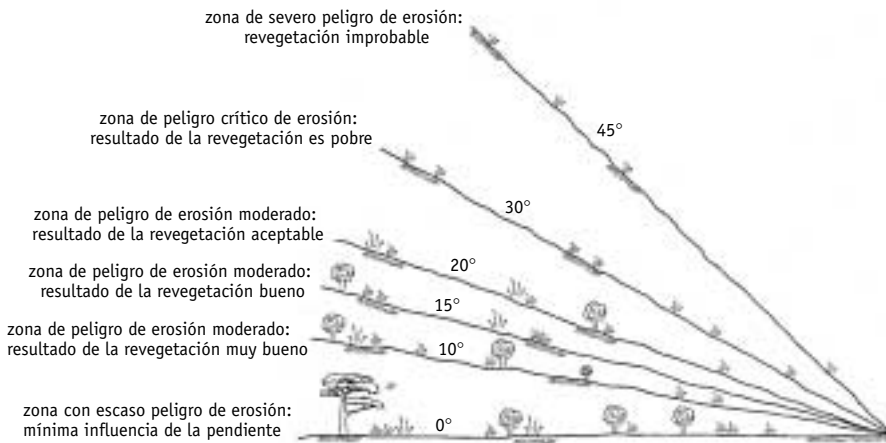
Es importante determinar el grosor de la capa superior para asegurarse de que dicha capa y la subyacente no se mezclen durante la remoción de tierra. La capa superior que se remueve debe

ser trasladada y recolectada, en la medida en que vayan necesitando áreas para la explotación. El traslado oportuno minimizará los tiempos de almacenamiento y de exposición de la superficie (el Anexo 2 ilustra técnicas para recolectar capas superiores).

### Control de la erosión

El control de la erosión depende en primer lugar del ángulo de inclinación y de la extensión de la ladera y también del tipo de suelo y de las características de las precipitaciones/escorrentía. Por ejemplo, laderas largas y continuas permiten que se produzca erosión de surco y en cárcavas. La orientación general es que se construyan laderas con una gradiente no mayor a los 20 grados, con terrazas de entre 7 a 10 m de altura vertical (la Ilustración 8 muestra la influencia de la inclinación en la revegetación y erosión).

### Ilustración 8. Influencia del ángulo de inclinación de la pendiente en la revegetación y erosión



Fuente: Department of Minerals and Energy, Western Australia. 1996. *Guidelines for Mining in Arid Environments*.

Se han identificado varias técnicas para disminuir la tasa de salinidad. Se pueden distinguir dos categorías generales:

- La fijación primaria utiliza medios mecánicos para estabilizar masas de arena arrastradas por el viento que amenazan los asentamientos humanos y la infraestructura. Incluye levantar vallas (colocar un obstáculo lineal en el recorrido del viento); cubrir con pajote (extender un material para cubrir el suelo de manera uniforme, incluyendo piedras o vegetación cortada); y el método aerodinámico (dar forma nueva al obstáculo de modo que no se disminuya la velocidad del viento y no se deposite la arena, o, alternativamente, facilitando el transporte de la arena).
- La fijación definitiva se consigue con la creación de una cubierta vegetal permanente.

La estabilización es útil en un área en la que la vegetación ha sido dañada o removida. Si a una duna se le da una nueva forma y se la ha re-vegetado, entonces es importante estabilizar muy pronto la superficie para protegerla de ráfagas de arena y del viento. Debe utilizarse un programa de plantación para ayudar a que las semillas germinen y los plantones arraiguen. Las técnicas más comunes que se utilizan son brozas, pajotes y cultivos de protección, pero también se pueden utilizar métodos no vegetativos, como rociar líquidos y geotextiles.

- Las brozas y pajotes actúan como barreras de superficie contra el viento. Impiden la pérdida de más arena y protegen los plantones. Se prefieren materiales fibrosos, toscos, ya que no se los lleva el viento.
- Los cultivos de protección se utilizan sobre todo donde la superficie arenosa debe conservarse en su lugar para establecer especies secundarias y terciarias. No pueden tolerar vientos violentos.
- Rociar con líquidos hace que los granos de arena se peguen, lo cual proporciona una estabilización temporal. Ofrece escasa protección a la vegetación y no captura la arena que el viento acarrea.
- Los geotextiles ayudan a estabilizar el suelo y retienen agua en tanto que permiten que los plantones crezcan. Solo pueden resistir a pequeñas acumulaciones de arena y suelen requerir protección adicional.

Ciertas técnicas de estabilización de pendientes, como hidro-pajote, no son recomendables para tierras áridas y semiáridas, porque necesitan precipitaciones frecuentes para estabilizar los cultivos sembrados. Además, las plantas de zonas áridas y semiáridas no brotan bien por entre pajotes orgánicos espesos que se utilizan como agentes para ligar en el hidro-pajote. Utilizar hidro-pajote para las pendientes no crea los microclimas físicos de los que dependen las plantas desérticas para arraigarse.

Determinar las características de las rocas que quedan como residuo es importante para definir opciones generales para la estabilización de la superficie (de ordinario la revegetación o armadura de rocas) y el drenaje del sitio. Se pueden determinar las características de las rocas de desecho en una fase temprana mediante el examen y el análisis de la geología del pozo de perforación y de la evolución de muestras residuales gruesas, en el socavón y en viejas explotaciones, para obtener información acerca de tipos de rocas de desecho, contenido químico y pautas de desgaste después de que hayan quedado al descubierto. Las características claves que hay que determinar son la "erosionabilidad" y las propiedades químicas.

La re-vegetación puede disminuir la erosión del suelo debido al viento y al agua y restaurar áreas en las que se ha trabajado a condiciones casi naturales. Los estudios iniciales que se realizan durante la evaluación del sitio y las fases de planificación determinan las características de las comunidades locales de plantas, ofreciendo información fundamental para la planificación de un programa de re-vegetación:

- Para asegurar el éxito de la re-vegetación, deben utilizarse semillas obtenidas de poblaciones de plantas adaptadas a nivel local. Para llevar a cabo la recolección

de semillas se puede necesitar una licencia pertinente o el empleo de contratistas especializados e institutos de investigación.

- Deben realizarse pruebas para determinar la densidad de la cubierta vegetal, la viabilidad de las semillas bajo condiciones diferentes de almacenamiento, las condiciones óptimas para la germinación y las tasas de supervivencia.
- Deben limpiarse las semillas antes de almacenarlas. Cualquier material foráneo puede contener insectos o microbios que podrían destruir la semilla durante cuando están almacenadas. Estos materiales incrementan también el volumen que hay que almacenar y sembrar y condiciona el cálculo de las cantidades en la mezcla que se va a sembrar.
- Las semillas deben secarse completamente al aire libre antes de almacenarlas en contenedores resistentes a insectos. Se pueden utilizar cristales de naftalina para repeler a los insectos en el área de almacenamiento.
- La época óptima para sembrar dependerá de las condiciones bioclimatológicas locales. Como las precipitaciones son por lo general impredecibles, puede requerirse que se esté preparado para sembrar cuando se presente la oportunidad.
- Para asegurarse de que las semillas no queden enterradas por debajo de su profundidad de germinación o se vean afectadas por la sal, el área que se va a sembrar debería recibir, de ser posible, por lo menos una precipitación importante antes de la siembra. Donde la salinidad del suelo es un problema, la desaparición suficiente de la sal por lixiviación puede llevar unos años para que las plantas se estabilicen.
- Si las pendientes son demasiado pronunciadas o irregulares como para utilizar máquinas para sembrar, se puede realizar la siembra a mano.
- Como la cantidad de semillas locales puede resultar limitada, es importante que las tasas de aplicación se calculen con precisión para evitar el desperdicio.
- Los preparados de semillas pueden mezclarse con materiales que aumenten el volumen, como arena fina, paja, aserrín, vermiculita, yeso o fertilizante para ayudar a la dispersión.

Las micorrizas son un componente natural de los ecosistemas de suelos. Pueden incrementar la asimilación de fósforo; esto mejora las tasas de crecimiento de la vegetación y la diversidad de las plantas, al aumentar la oportunidad para que arraiguen plantas superiores dependientes. Para retener la cantidad máxima de micorrizas en las capas superficiales almacenadas, las pilas no deben superar un metro de altura. Se pueden seleccionar los hongos locales que son efectivos para incrementar la asimilación en suelos y se puede preparar en un inóculo adecuado para ser aplicado en el terreno. Esto se puede hacer mediante un pequeño cultivo de protección, recolectando y cortando segmentos de raíces, luego dispersando y enterrando los esquejes en áreas donde se ha colocado recientemente capa superficial.

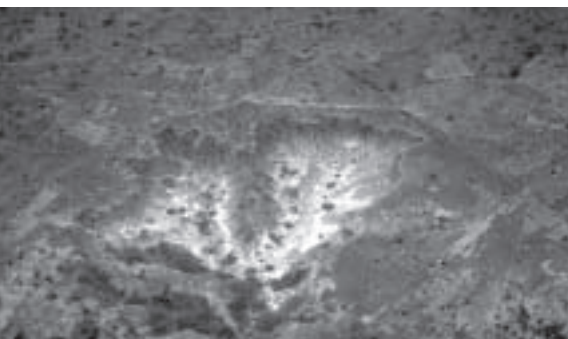
La biorreparación de suelos contaminados utiliza organismos vivos (de ordinario bacterias, hongos, actinomices, cianobacterias y, en menor grado, plantas) para disminuir o eliminar contaminantes tóxicos. Estos organismos pueden encontrarse en forma natural o cultivarse en un laboratorio. O bien consumen los contaminantes orgánicos o asimilan compuestos dañinos,



como metales pesados, del área circundante, dejándola prácticamente libre de contaminantes. La biorreparación aprovecha este proceso natural promoviendo el crecimiento de estos organismos (el Anexo 3 ilustra las técnicas de biorreparación).

### 3.1.3 Paisajes

Los paisajes áridos y semiáridos con frecuencia contienen elementos geomorfológicos únicos. Debido a la ausencia de vegetación densa, el panorama de vastas extensiones de terreno relativamente plano pondrá en evidencia alteraciones en la topografía y en las formas del terreno como consecuencia de operaciones de minería y petroleras. Estas alteraciones incluyen excavaciones, montículos de desechos eliminados, estanques de residuos, caminos de acceso y trazados de tuberías de transporte. Los edificios y equipo de minas subterráneas y de torres de



*Pozo minero abandonado, Angola central.*  
Foto: ACDI/Bruce Paton

perforación también pueden resaltar en paisajes con escasa vegetación. Las minas subterráneas pueden causar hundimientos en un área mucho mayor que los huellas de la operación minera en la superficie. La explotación de placeres puede abarcar áreas muy vastas; incluso las operaciones pequeñas o artesanales pueden dejar su huella en el paisaje.

La lenta regeneración de la vegetación después de la producción minera o petrolera en zonas áridas y semiáridas significa que los cambios en las características del paisaje como consecuencia

de la minería con frecuencia siguen siendo visibles por mucho tiempo. Las fuerzas erosivas pueden ser muy intensas en climas áridos y existe un riesgo mayor de confinamientos, materiales de superficie y de roca madre al descubierto.

#### **Recomendaciones: Paisajes**

La rehabilitación y restauración del ecosistema exigen mucha atención en tierras áridas y semiáridas, y debe formar parte integral de la planificación de la gestión ambiental de cualquier operación de industrias extractivas. Los planes de rehabilitación y restauración deben recibir la aceptación de las autoridades y comunidades locales antes de que se inicien las actividades extractivas.

Los parques nacionales y otras formas de áreas protegidas (AP) se han creado mediante legislación. La UICN - Unión Mundial para la Naturaleza ha elaborado categorías de gestión para AP que tienen mucha aceptación. La Recomendación 2.82 (Protección y conservación de la diversidad biológica de las áreas protegidas cara a los efectos negativos de la exploración y extracción minera) la adoptaron los miembros de la UICN en su Segundo Congreso Mundial de la Naturaleza (Ammán, Jordania; octubre de 2000). Pide a los estados que son miembros de la

Unión que prohíban, mediante legislación, toda exploración y extracción de recursos minerales en AP que entren en las Categorías de Gestión de Áreas Protegidas I a IV. En el caso de las categorías V y VI, puede resultar aceptable la exploración y una extracción mínima localizada, si resultan compatibles con los objetivos del área protegida. En estos casos, debe realizarse una evaluación de impacto ambiental y la operación debe estar sujeta a condiciones estrictas de operación, monitoreo y restauración después de que se haya concluido. La recomendación también pide que cualquier cambio en los límites (o sea, para dar cabida a actividades de exploración y extracción) esté sujeto a un proceso por lo menos tan riguroso como el empleado para designar el AP. Se pueden crear más AP cerca de la mina o de los campos petrolíferos y de gas para proteger los recursos biológicos que la operación pueda amenazar.



*Cabo Septentrional, Sudáfrica.*  
Foto: Anglo American/Phil Tanner

### 3.1.4 Recursos hídricos

#### *Cambios hidrológicos e hidrogeológicos*

Se producen cambios hidrológicos e hidrogeológicos (acuíferos y regímenes de recarga) como consecuencia de la modificación en pautas existentes de drenaje debido a cambios en las condiciones del suelo, p.ej. perturbación de la vegetación, compactación debida a movimiento vehicular o remoción y/o acumulación de capa superficial y subyacente de tierra. Una vez se han iniciado las operaciones de la mina, pueden producirse cambios a largo plazo, en particular donde se requiere drenaje profundo y extracción de agua de la mina. Esta extracción tenderá a incrementar la tasa de disminución del nivel hidrostático en el lugar, sobre todo si el agua de la mina se descarga en una cuenca hidrológica diferente.

Las operaciones mineras y de hidrocarburos con frecuencia requieren cantidades importantes de agua para eliminar el polvo, para la separación de la mena, para procesamiento y para consumo. Esto puede generar una fuerte demanda de agua en un área donde los recursos son muy escasos. Los negocios que van surgiendo y las industrias de servicio incrementarán todavía más la demanda de agua.

En algunos casos, el agua tiene que transportarse o traerse por medio de tuberías. En otros casos, puede resultar necesario perforar pozos profundos para llegar a recursos subterráneos. Esto puede disminuir el nivel hidrostático. Otra causa de reducción puede ser la demanda inducida, debido a las construcciones alrededor del sitio, la cual es probable que continúe más allá de la vida del proyecto (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Fuentes de agua dulce e implicaciones de la absorción**

<b>Fuente</b>	<b>Implicaciones de la absorción</b>
Recolección de agua de lluvia (de techos, laderas, presas de control en lechos de wadis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• puede disminuir la recarga de agua subterránea</li> <li>• puede afectar a usuarios río abajo a lo largo de wadis, por ej. agricultores que dependen de períodos de elevada precipitación para irrigación</li> </ul>
Aguas de superficie (ríos, lagos o humedales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• compite con otras necesidades locales y río abajo de suministro de agua (p. ej. ganado y agricultura)</li> <li>• puede tener consecuencias para la conservación de la naturaleza, hábitats de humedales y vida silvestre</li> </ul>
Desalinización o tratamiento de agua salina o salobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• crea residuos hipersalinos</li> </ul>
Agua importada (por canales, tuberías o camiones cisterna)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la elevación del nivel hidrostático debido a descargas, filtraciones y agua residual conexas podría aumentar la salinidad</li> <li>• efectos asociados con infraestructura; disminución potencialmente no sostenible a partir de otras áreas</li> <li>• acceso mayor de las comunidades locales a una fuente que normalmente no estaría disponible</li> </ul>
Agua subterránea procedente de acuíferos recargables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• agotamiento potencial del recurso a una tasa más rápida que su recarga</li> <li>• disminución del nivel hidrostático, que podría disminuir los suministros locales de agua subterránea (p.ej. pozos excavados en forma manual), aguas de superficie y humedales</li> </ul>
Agua subterránea procedente de acuíferos fósiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• agotamiento de un recurso no renovable de muy alta calidad</li> </ul>

### *Contaminación del agua*

El incremento en el uso de agua en todas las áreas de las actividades de las industrias extractivas elevarán los riesgos de polución y contaminación de las aguas de superficie y subterráneas:

- El bombeo para extraer agua de las minas puede conducir a un drenaje ácido de mina (DAM) y a una contaminación con metales pesados. En ciertas áreas, esta agua puede ser salina o hipersalina; su liberación puede contaminar grandes áreas y degradar la vegetación. El DAM en su momento llegará a penetrar en sistemas hídricos de superficie y subterráneos.
- La migración por lixiviación desde estanques de residuos también puede producir daños severos en aguas superficiales y subterráneas. En el caso de temporales violentos y de riadas, que alguna vez se dan en zonas áridas, los estanques de residuos pueden rebalsar o romperse. Esto libera agua y sedimentos muy contaminados que van a parar a los cursos de agua.
- Los procesos extractivos físicos y químicos producen efluentes que pueden contaminar y también liberar sedimentos hacia cursos de agua, en especial después de temporales.

- Durante las perforaciones exploratorias, existe la posibilidad de que se derrame petróleo y lubricantes. Debido a las incertidumbres que rodean a las condiciones de los pozos descendentes, la perforación exploratoria puede conllevar riesgos de derrames y escapes accidentales.
- Las aguas residuales y los desechos domésticos procedentes de las instalaciones para el personal y de los asentamientos comportan otro riesgo de polución del agua.

### **Recomendaciones: Recursos hídricos**

Las medidas para maximizar la conservación del agua incluyen las siguientes:

- crear canales de desviación alrededor de las áreas de perturbación;
- recolectar agua de lluvia, p.ej. con presas de regulación u otros medios;
- reinstaurar el régimen hidrológico de superficie una vez finalizado el proyecto;
- diseñar y aplicar sistemas de control del flujo hídrico en áreas de elevada permeabilidad;
- evitar una cantidad elevada de operaciones en áreas de baja permeabilidad;
- mantener los sistemas de recarga de aguas subterráneas minimizando cambios en la superficie (p.ej. sellar y revestir áreas de residuos y estanques de desechos, y disminuir los volúmenes de desechos);
- minimizar la necesidad del achique de aguas mediante el sellado de explotaciones y otras acciones;
- cierre de los pozos de achique y de los sistemas de extracción de agua subterránea en la fase de rehabilitación/restauración para eliminar la remoción de agua de acuíferos después de que finalice el proyecto;
- incrementar el potencial de recarga de aguas subterráneas por medio de la creación de pantanos y de áreas con vegetación;
- en áreas de elevada permeabilidad, asegurar que el relleno mantiene la estructura de los acuíferos, por ej. removiendo tapones, cortes de meandros, etc., y mejorar la actividad hidráulica después de la extracción minera, p. ej. por medio de la hidrofractura de áreas cementadas; y
- en áreas de baja permeabilidad, rellenar con material de más baja permeabilidad, taponar tubos, construir cerramientos, etc.

Las actividades de las industrias extractivas pueden generar una amplia gama de desechos que pueden contaminar los recursos hídricos. Estos desechos deben incluirse en un plan de manejo de desechos (el Anexo 4 ilustra los pasos para la preparación de un plan de gestión de residuos). Hay tres aspectos principales en la gestión de los impactos en la calidad del agua de superficie y subterránea.



*Eliminación de desechos, mina de cobre, Chile.  
Foto: Anglo American/Phil Tanner*

El control de la fuente impide que los contaminantes salgan de ella. Esto se puede lograr de las maneras siguientes:

- minimizando la generación de desechos mediante la segregación de material potencialmente contaminante para eliminarlo por separado, y escogiendo técnicas con baja toxicidad de los efluentes;
- contención por medio de revestimientos, membranas y muros, o mediante el control de los gradientes hídricos en la proximidad del material contaminante;
- modificación del contaminante por medio de neutralización, volatilización u otros procesos químicos; o
- remoción por medio de reprocesamiento o eliminación en un sitio apropiado para eliminación de desechos.

El control de la ruta intercepta o modifica el agua residual al pasar desde su punto de origen hasta el receptor, por medio de lo siguiente:

- bombeo y tratamiento;
- tratamiento in situ; o
- tratamiento natural (dilución, neutralización, biodegradación, etc.) en el acuífero o en sistemas hídricos superficiales.

La biorreparación en el receptor se aplica de manera primordial a los recursos hídricos subterráneos. Se puede lograr por medio del tratamiento antes del uso; por ejemplo, en pozos o puntos de salida de agua subterránea hacia el sistema hídrico superficial, donde puede afectar al ecosistema.

Debe tenerse sumo cuidado en la eliminación del drenaje ácido de mina (DAM). Estos son los métodos que se utilizan comúnmente para minimizar los riesgos asociados con el DAM:

- tratamiento por medio de métodos químicos o pasivos para neutralizar la acidez, seguido de la separación de sedimentos y agua en estanques de depósito; y
- disminución por medio de la falta de agua u oxígeno, inhibición de bacterias oxidantes de hierro o incorporación de alcalinidad.

El Anexo 5 ofrece un panorama general de la construcción de un vertedero de desechos.

## **3.2 Ambiente biológico**

### **3.2.1 Flora**

Muchas áreas en zonas áridas y semiáridas han estado libres de actividades humanas por siglos debido a su lejanía y a condiciones climatológicas extremas. El acceso como consecuencia de operaciones mineras y petroleras y de gas puede perturbar estos ecosistemas. Los cambios en la cubierta vegetal, ya sea para limpiar el sitio, para el movimiento de vehículos durante las actividades de exploración, o debido a la limpieza de tierra a gran escala para operaciones de producción, afectan a los suelos y pueden conducir a pérdidas de hábitat y de especies.

La mayor demanda de leña para cocinar y calentar el agua para el personal y los operarios de minas aisladas y de sitios petroleros ejerce más presión sobre la vegetación local. Además, las compañías mineras y petroleras tienden a introducir flora exótica cuando ornamentan el terreno en el que se ubican oficinas e instalaciones. La introducción de plantas exóticas no autóctonas puede dañar el equilibrio ecológico de ecosistemas áridos y semiáridos, debido a su potencial de volverse invasoras. Además, si no están adaptadas a condiciones áridas, pueden requerir cantidades excesivas de agua.

### **Recomendaciones: Flora**

La conservación de semillas de especies locales de plantas y de capas superiores de tierra que contienen una elevada proporción de las mismas es un aspecto importante de la rehabilitación y restauración del ecosistema. En los lugares donde se considera que el ecosistema y su flora y fauna son particularmente únicos, no debe intentarse la introducción de especies exóticas que podrían convertirse en invasoras.

Debe evitarse la utilización de leña de tierras áridas y semiáridas. Si se necesita leña, debería traerse desde afuera, en vez de depender de los recursos locales.

### **3.2.2 Fauna**

Las operaciones de las industrias extractivas en tierras áridas y semiáridas tienen un potencial considerable para perturbar la fauna local, debido a la intrusión en sus hábitats, los ruidos de las explosiones y otras actividades y los trabajos de reconocimiento. Aunque la fauna de tierras áridas y semiáridas está bien adaptada a la escasez de agua, tanto la fauna vertebrada como la invertebrada se sentirá atraída hacia un sitio en el que haya más disponibilidad de agua, p. ej. debido a descargas de aguas de las minas, efluentes y lixiviaciones. Esta agua puede estar contaminada y podría incrementar la mortalidad entre las poblaciones de fauna silvestre local.

Los humedales en zonas áridas y semiáridas son importantes como hábitat y como fuente de agua para el ganado y la fauna silvestre. Por ello, reviste una importancia particular la protección de humedales contra su agotamiento, como resultado de la disminución del nivel hidrostático y contra la polución debida a efluentes y contaminantes procedentes de operaciones mineras, petroleras y de gas.

La entrada repentina de grandes cantidades de trabajadores de las minas y el petróleo puede incrementar la demanda de carne de fauna silvestre. El aumento en la caza y de la caza furtiva pondrá más presión sobre las poblaciones de fauna silvestre, y amenazará a algunas de ellas con la extinción a nivel local.

### **Recomendaciones: Fauna**

Deben realizarse estudios de reconocimiento de la fauna silvestre. Si se llegan a identificar especies endémicas o amenazadas, debe pensarse en medidas especiales de protección

(como evitar hábitats y disminuir las perturbaciones). Las actividades de desarrollo de las industrias extractivas pueden tener que restringirse durante las épocas de reproducción de los grandes mamíferos y de aves delicadas y de especies de murciélagos. Las compañías mineras y petroleras deben también elaborar políticas rigurosas para controlar la cacería por parte de los trabajadores.

### 3.3 Ambiente sociocultural

#### 3.3.1 Poblaciones y asentamientos

Las actividades de exploración y producción pueden tener efectos considerables, tanto adversos como beneficiosos, en las comunidades locales. Los asentamientos existentes y los recursos que los lugareños utilizan pueden estar próximos a la mina o al yacimiento petrolífero.

Reubicar los asentamientos perturbará la infraestructura social; sin embargo, puede representar también una oportunidad para proporcionar nuevas infraestructuras, como carreteras, servicios públicos y escuelas, y también el acceso a bienes y servicios hasta ese momento no disponibles en la zona.

La presencia de un nuevo empleador puede atraer a la zona a quienes buscan trabajo. A pesar del alojamiento que se provea a los trabajadores, pueden surgir asentamientos precarios, lo cual podría estresar las instalaciones y servicios tanto existentes como nuevos. La misma preocupación se genera respecto a concentraciones de mineros artesanales atraídos a un área pequeña.

#### ***Recomendaciones: Ambiente socio-cultural***

Se necesitarán consultas y estudios para ponderar la necesidad potencial de reubicar dichos asentamientos. Debe prestarse atención a escoger sitios de reubicación que resulten aceptables para los interesados y que no estén afectados por secuelas ambientales debidas al sitio, p.ej. polvo que el viento arrastra, agua superficial o subterránea contaminada y ruido.

Las compañías mineras y petroleras deben consultar con las comunidades locales para asegurarse de que las nuevas instalaciones sean tanto aceptadas como apropiadas. Las compañías también deben elaborar políticas estrictas para gestionar el flujo de buscadores de trabajo y el crecimiento de los asentamientos precarios.

#### 3.3.2 Impactos económicos

Aunque el descubrimiento y explotación de recursos minerales y de hidrocarburos en zonas áridas y semiáridas puede aportar a un área los beneficios de un desarrollo económico que son muy necesario, las comunidades locales quizá no son las más capaces de responder a tales oportunidades. También pueden no estar en condiciones de competir con los buscadores de trabajo que van llegando en busca de oportunidades de empleo.

Además, puede haber pérdidas de tierras y de otros recursos naturales de los que dependen las comunidades locales, con la consiguiente amenaza para sus medios de subsistencia. La creciente demanda de vivienda, alimentos y mercaderías incrementará los costos de mercado, haciendo que los residentes locales queden fuera del mismo.

Los escenarios de prosperidad y ruina de las localidades mineras, petroleras y de gas han sido comunes en todo el mundo. Los aspectos sociales y económicos de las operaciones de las industrias extractivas se presentan en el Recuadro 2.

## **Recuadro 2. Aspectos socioeconómicos**

### **Pérdidas y presiones**

- tierras utilizadas para el sitio de la operación y para infraestructura
- pérdida de tierras tradicionales para la agricultura y la ganadería
- pérdida de acceso a recursos naturales para recolectar productos silvestres
- pérdida de acceso o destrucción de sitios de valor religioso, cultural o arqueológico
- exclusión de la práctica del pastoreo y de las rutas migratorias
- cambios en prácticas socio-culturales como resultado de la llegada de trabajadores foráneos y de buscadores de empleo
- presión sobre la leña, los alimentos y el agua
- precios más altos de la vivienda, alimentos y mercaderías
- mayores riesgos para la salud debido a polución y contaminación, y a trabajadores migrantes

### **Oportunidades**

- acceso a la infraestructura, agua y fuentes de energía que provee la compañía
- acceso equitativo a recursos educativos y de salud y a instalaciones
- oportunidades de empleo
- oportunidades para la agricultura, pequeños negocios y suministradores de servicios

### **Recomendaciones: Impactos económicos**

Las compañías mineras y petroleras deben colaborar con las agencias gubernamentales, y los gobiernos y comunidades locales para desarrollar capacidades locales para el desarrollo económico. La utilización futura y el desarrollo de un área que han utilizado las industrias extractivas deben decidirse en colaboración con la población local antes de tomar decisiones en cuanto a su restauración.

### **3.3.3 Derechos humanos y consideraciones de equidad**

El desarrollo de intervenciones mineras o petroleras puede ser caldo de cultivo de conflictos entre el desarrollador y las comunidades locales y grupos de interés. Las preocupaciones locales pueden pasarse por alto y se pueden descuidar los derechos de los pueblos indígenas. Los pueblos nómadas pueden haberse ausentado temporalmente de la zona en el momento



en que se toman decisiones, y pueden quedar excluidos del proceso de consulta. La tenencia de la tierra es compleja en esas situaciones y los pueblos indígenas pueden tener derechos tradicionales tanto a la tierra como a los recursos. Si los derechos de los lugareños no se respetan, pueden producirse conflictos y malestar social.

### **Recomendaciones: Derechos humanos y consideraciones de equidad**

Las compañías mineras y petroleras deben preocuparse de que las comunidades locales tengan acceso equitativo a oportunidades y de proporcionar paquetes adecuados de compensaciones por la pérdida de tierras y de derechos de acceso, y reconocer los derechos a los recursos naturales. Las agencias gubernamentales responsables por el empleo, bienestar social, tenencia de la tierra y derechos humanos, deben supervisar si la aplicación de planes de empleo y compensación es adecuada y efectiva.

La comunicación con comunidades locales es un factor crítico para asegurar un desarrollo minero o petrolero exitoso que no se vea rodeado de conflictos. La comunicación contribuye a cumplir con la responsabilidad corporativa de la compañía en cuanto a un desarrollo socialmente sano, a exigencias de derechos humanos y a la salud y seguridad de los empleados y de las comunidades circundantes. Es indispensable que las comunidades locales comprendan tanto los beneficios como los impactos negativos de las actividades, tanto a corto como a largo plazo, y entiendan cómo pueden involucrarse. Durante el desarrollo se pueden abordar tres niveles del proceso de participación:

- información acerca de las actividades de desarrollo de las industrias extractivas;
- consulta, mediante la cual se buscan las opiniones de las partes interesadas, las que son tomadas en cuenta quienes toman decisiones;
- plena participación de todas las partes interesadas, quienes comparten la responsabilidad por la toma de decisiones acerca de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales, y quienes pueden asumir responsabilidad por supervisar la aplicación de estas decisiones.

La comunicación entre la compañía de exploración o desarrollo y la comunidad local es un elemento clave para fomentar la confianza de las partes interesadas locales. Ello incluye lo siguiente:

- el empleo de las lenguas locales es esencial para una comunicación efectiva;
- la explicación de los beneficios e impactos negativos posibles para la comunidad local, tanto en función del empleo local, desarrollo comunitario y provisión de infraestructura, como respecto a impactos presentes y futuros sobre los recursos naturales y los medios de subsistencia de las comunidades;
- información acerca de los riesgos de emergencias con el fin de desarrollar respuestas adecuadas a ellas;

- desarrollar la capacidad de las diferentes partes interesadas para cumplir con sus diferentes papeles en forma más efectiva; y
- informes regulares, incluyendo decisiones, aspectos operativos y preocupaciones de las partes interesadas.

### **3.3.4 Salud ocupacional y pública**

Las operaciones mineras pueden utilizar o poner al descubierto materiales peligrosos, que llegan a penetrar en el medio ambiente y contaminar suelos y aguas. Esto puede conducir a una mayor exposición a materiales peligrosos tanto para los trabajadores como para la población local. El ruido y las vibraciones debidos a los barrenos y al equipo y vehículos para mover tierra también pueden causar perturbaciones considerables. La introducción de una fuerza laboral migratoria a un área donde las comunidades locales o indígenas han vivido en relativo aislamiento significa para dichas comunidades un riesgo por exposición a enfermedades que pueden traer los trabajadores migrantes. En estas circunstancias aumentan con frecuencia los embarazos no deseados y las enfermedades de transmisión sexual.

#### **Recomendaciones: Salud ocupacional y pública**

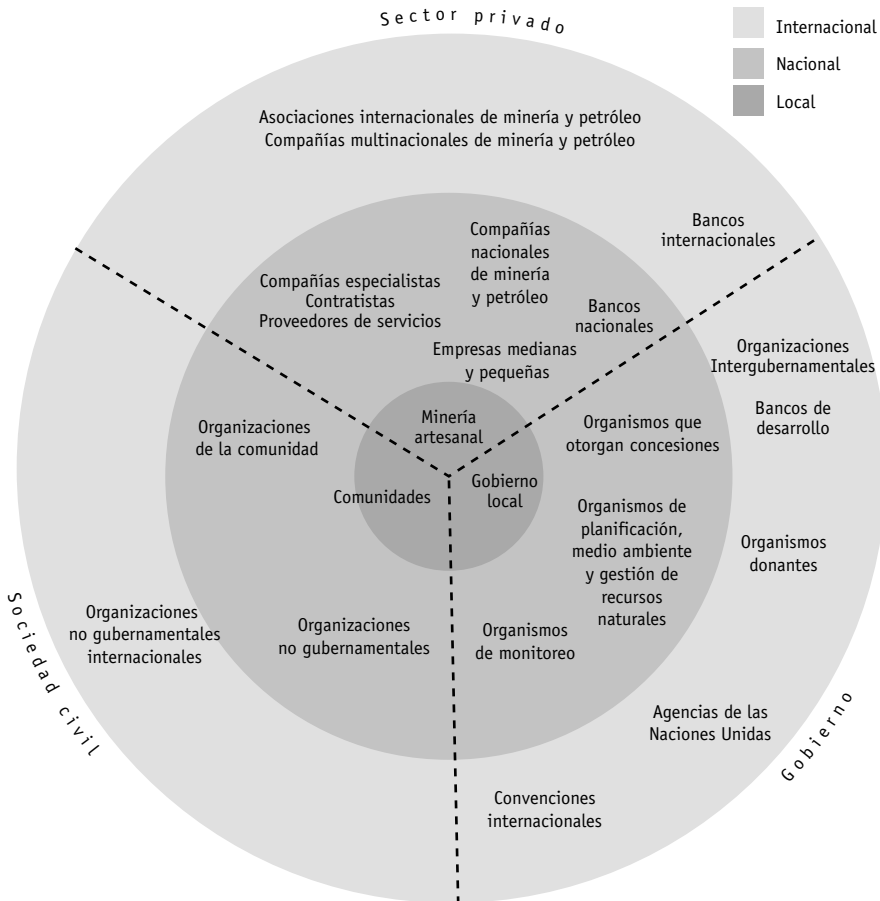
Las industrias extractivas deben asegurar la seguridad, y la salud ambiental y ocupacional de las comunidades locales y de los trabajadores. En las abundantes obras de referencia acerca de esta industria se describen aspectos y medidas pertinentes; revisten particular importancia en las zonas áridas y semiáridas el estrés por calor, la deshidratación, el polvo y los peligros de incendios.

Capítulo IV

# Planificación y gestión ambientales

Este capítulo describe los marcos institucionales clave que son pertinentes para la planificación y gestión del desarrollo minero y petrolero (Ilustración 9). También se ofrece una breve descripción de las instituciones pertinentes involucradas en las esferas internacional, nacional y local, y sus papeles y relaciones. Este capítulo también presenta una lista de los principales convenios internacionales y políticas y marcos legales nacionales que deben tomarse en cuenta en la exploración y explotación de los recursos naturales. También analiza los principales instrumentos de planificación y gestión, o sea, la evaluación ambiental estratégica, la evaluación de impacto ambiental, los planes de gestión ambiental, incluyendo los planes de contingencia y rehabilitación/restauración, y el monitoreo y los informes.

**Ilustración 9. Marco institucional para las industrias extractivas**



## 4.1 Marcos institucionales

### 4.1.1 Instituciones gubernamentales

Una serie de departamentos gubernamentales tienen que ver con la planificación y gestión ambientales relacionadas con las actividades que desarrollan las industrias extractivas en regiones áridas y semiáridas. Cada país tiene instituciones con responsabilidades similares en cuanto a administrar las políticas gubernamentales, aunque estas instituciones pueden no tener el mismo nombre. Se las puede agrupar en categorías principales: agencias que otorgan concesiones/permisos; agencias de planificación; agencias de gestión del medio ambiente y de los recursos naturales; y agencias de monitoreo.

#### *Agencias que otorgan concesiones/permisos*

Las agencias que otorgan concesiones, como los Ministerios de Minas, Metales y Recursos de Hidrocarburos, son responsables por otorgar los permisos a las compañías de industrias extractivas. También pueden monitorear y auditar las operaciones de quienes reciben la concesión (ver también agencias de monitoreo).

#### *Agencias de planificación*

Los Ministerios de Planificación, Uso de la Tierra y Planificación Urbana se ocupan de cambios en la utilización de la tierra, tanto durante las operaciones como posteriormente. La planificación de la producción minera y petrolera también conlleva la coordinación con otros sectores, como transporte, energía, vivienda y asuntos comunitarios, y trabajo.

#### *Agencias de gestión del medio ambiente y de los recursos naturales*

Agencias gubernamentales como los Ministerios de Medio Ambiente, Recursos Hídricos, Vida Silvestre, Bosques, Agricultura, Pesca y Áreas Protegidas son responsables por la puesta en práctica de las políticas ambientales y por hacerlas cumplir en sus respectivos sectores. También pueden ser los puntos focales para cualquier convenio ambiental internacional que hayan ratificado sus gobiernos.

#### *Agencias de monitoreo*

Muchas de las agencias mencionadas tendrán responsabilidades por el monitoreo de las diferentes políticas o actividades dentro de sus jurisdicciones. El monitoreo de aspectos ambientales y sociales relacionados con las actividades que desarrollan las industrias extractivas en regiones áridas y semiáridas puede verse limitado debido al nivel de capacidad que tengan estos departamentos en cuanto a desplegar personal. Este es un verdadero problema en las áreas más aisladas donde con frecuencia se ubican las operaciones mineras y petroleras. También pueden escasear el equipo adecuado y vehículos para monitorear y hacer pruebas. En algunos casos, se puede contratar el monitoreo a departamentos universitarios u organizaciones de investigación. Muy rara vez una sola organización podrá coordinar los resultados del monitoreo, con una evaluación completa del desempeño ambiental. Una

comisión o comité directivo, con representantes de los departamentos gubernamentales a quienes atañe, agencias, gobierno local y comunidades involucradas, pueden proveer un mecanismo para un monitoreo coordinado de las actividades que desarrollan las industrias extractivas.

Cada vez más, muchos países están delegando potestades y responsabilidades al nivel local apropiado. Las funciones de planificación y gestión ambiental y de los recursos naturales y de su correspondiente monitoreo mencionadas antes se repiten en la esfera local. Los departamentos gubernamentales locales deben involucrarse en las decisiones para establecer, gestionar y monitorear actividades que desarrollen industrias extractivas en su correspondiente zona.

#### **4.1.2 Sector privado**

##### *Compañías internacionales y nacionales de gran escala*

En el sector de las industrias minera y petrolera predominan unas cuantas compañías internacionales que operan a escala mundial. Un pequeño número de grandes compañías pueden operar en la esfera nacional o regional. Compañías más pequeñas o subsidiarias nacionales de compañías internacionales pueden gestionar las operaciones en la esfera nacional.

Las compañías internacionales suelen estar en la vanguardia del desarrollo de tecnologías para abordar preocupaciones sobre sostenibilidad ambiental relacionadas con los sectores minero y petrolero. Esto es así en parte debido a que disponen de los recursos para ello, y en parte debido a que la opinión pública internacional y los accionarios así lo piden. Aunque estas organizaciones disponen de políticas ambientales, la aplicación de dichas políticas puede diferir dependiendo de las exigencias nacionales.

##### *Compañías de mediana y pequeña escala*

Las compañías mineras de mediana y pequeña escala pueden contribuir en forma significativa a los objetivos de desarrollo nacional si fomentan el espíritu emprendedor local y la industrialización. La minería en pequeña escala requiere mucha mano de obra y tiene un impacto considerable en cuanto a proporcionar empleo. Las minas pequeñas brindan la oportunidad para transformar una mano de obra no especializada en mano de obra semi-especializada y especializada. Además, las minas pequeñas requieren solo una fracción del capital que se necesita para las grandes operaciones y se puede poner a funcionar con mucha mayor rapidez.

##### *Compañías especializadas, contratistas y proveedores de servicios*

Tanto el sector minero como el de los hidrocarburos tienen muchas compañías especializadas que brindan servicios. Estos incluyen estudios y exploración, perforación, provisión de maquinaria y equipo, y construcción. Algunas compañías especializadas operan en el ámbito mundial, pero la mayoría brindan servicios en los ámbitos nacional y local.

### *Minería artesanal*

La minería artesanal la realizan personas individuales, y va desde prospecciones hecha a tiempo parcial en busca de piedras preciosas y minerales hasta concentraciones de personas, casi siempre pobres, que trabajan en un área determinada. Este sector minero informal ha generado bastante preocupación debido a los graves riesgos de salud que crea y al daño ambiental que produce. El descubrimiento de recursos minerales accesibles puede atraer gran cantidad de personas, lo cual hace que resulte difícil controlarlo o gestionarlo. Se han hecho varios intentos de abordar estos aspectos, tales como el apoyo a cooperativas mineras de pequeña escala y la provisión de capacitación y de asesoría técnica y la concienciación acerca de la protección ambiental y de salud.

### *Bancos y agencias que brindan financiamiento*

Las compañías mineras y petroleras requieren financiación por medio de créditos y subvenciones. Si bien muchos bancos internacionales ahora exigen evaluaciones de impacto ambiental y planes de gestión ambiental, los bancos y agencias nacionales quizá no lo hacen. Es importante que todos los bancos y agencias que brindan financiamiento se aseguren de que los aspectos ambientales y sociales relacionados con las actividades de las industrias extractivas estén incorporados al plan de inversión y que se incluyan medidas apropiadas para mitigar los impactos negativos. Los bancos de desarrollo, como el Banco Mundial e instituciones que funcionan en el ámbito regional (Banco Asiático de Desarrollo, Banco Interamericano de Desarrollo, etc.) tienen departamentos de financiación del sector privado.

## **4.1.3 Sociedad civil**

### *Comunidades*

Las comunidades locales tienen una responsabilidad importante en cuanto a determinar qué actividades se van a emprender en su zona. Ellas deben ser partes interesadas clave en los procesos de planificación, desarrollo y cierre. Es fundamental el conocimiento local acerca de los recursos naturales y de su utilización para el desarrollo sostenible y la gestión ambiental. La representación formal debe conseguirse por medio de líderes tradicionales o representantes elegidos del gobierno local. Las consultas, sin embargo, no deben limitarse a esas personas, y deben incluir a otros representantes comunitarios, como maestros, médicos y líderes religiosos. Diferentes grupos de la comunidad, como pueblos indígenas, minorías étnicas, mujeres, jóvenes, agricultores, cooperativas y comerciantes de la comunidad, ofrecerán perspectivas diferentes acerca del proyecto que se propone y deben tomarse en cuenta sus preocupaciones. Los intereses específicos los pueden plantear de manera formal las organizaciones basadas en la comunidad (OBC) que se hayan creado para pueblos indígenas, grupos de mujeres y de jóvenes dentro de la comunidad.

### *Organizaciones no gubernamentales*

Existe una gran cantidad de organizaciones no gubernamentales (ONG), internacionales y nacionales, con objetivos específicos que abarcan aspectos como desarrollo sostenible, conservación y medio ambiente, equidad, derechos humanos y pueblos indígenas. Estas organizaciones trabajan en todos los niveles, desde políticas internacionales hasta defensoría nacional y el apoyo a comunidades locales. Las ONG pueden ejercer una presión importante sobre los aspectos que se plantean como resultado de las actividades mineras y petroleras. Además, las ONG pueden ser contratadas por gobiernos o apoyadas por donantes externos para que en forma independiente hagan el monitoreo de dichas actividades.

### *Universidades y organizaciones de investigación*

En muchos países se han creado una serie de departamentos universitarios y organizaciones de investigación para estudiar sistemas agrícolas y ecosistemas de tierras áridas. La investigación puede incluir temas como desarrollo agrícola para cultivos especialmente adaptados, irrigación, geología e hidrología, biodiversidad de ecosistemas en tierras secas y cambio climático. Estas organizaciones cuentan con un cuerpo importante de conocimientos, tanto acerca de las condiciones locales como acerca de los impactos ambientales y sociales del desarrollo, y se la puede contratar para realizar estudios de base y monitoreo.

## **4.1.4 Organizaciones y asociaciones internacionales**

### *Agencias de las Naciones Unidas*

Una serie de organizaciones de las Naciones Unidas tienen responsabilidades relacionadas con regiones áridas y semiáridas, con la lucha contra la desertificación y con el fomento del desarrollo sostenible. Entre ellas están la Oficina de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNSO), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO). El Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA) alberga el Mecanismo Global (MG) de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD), que promueve acciones conducentes a la movilización y canalización de recursos financieros hacia países en desarrollo que se ven afectados por la sequía y desertificación.

### *Asociaciones internacionales del sector privado*

En las industrias petroleras y mineras hay una serie de asociaciones internacionales que han abordado en forma cada vez más intensa aspectos ambientales en nombre de sus respectivos sectores. Entre ellas están la Asociación de la Industria Petrolera para la Conservación del Medio Ambiente (IPIECA) y la Asociación Internacional de Productores de Gas y Petróleo (OGP), conocida antes como Foro Internacional de Exploración y Producción de la Industria

Petrolera (Foro E&P). Estos grupos han producido una serie de directrices ambientales en colaboración con otras organizaciones internacionales. En 1991, se constituyó el Consejo Internacional de Metales y el Medio Ambiente (ICME) para promover políticas y prácticas ambientales sanas. Conocido ahora como Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM), aspira a ser la voz mundial de las industrias mineras y de minerales del mundo, desarrollando su posición sobre desarrollo sostenible y promoviendo mejores prácticas en aspectos de desarrollo sostenible dentro de las industrias.

### *Organizaciones internacionales e iniciativas clave*

Una serie de organizaciones y redes internacionales tienen también objetivos e iniciativas ambientales y de desarrollo sostenible pertinentes para las actividades que desarrollan las industrias extractivas en regiones áridas y semiáridas. Entre ellas están la UICN - la Unión Mundial para la Naturaleza, el Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (IIED), el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), Conservación Internacional (CI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).

La iniciativa Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible (MMSD), que comenzó en abril de 2000, fue un proceso independiente de consulta e investigación, de dos años de duración, con el fin de entender cómo maximizar la contribución del sector minero y de minerales al desarrollo sostenible en los ámbitos mundial, nacional, regional y local. Culminó en un informe final y en una serie de documentos de trabajo y generó un proceso de diálogo para el futuro. Fue responsable de esta iniciativa el IIED bajo contrato con el WBCSD y recibió apoyo de la Iniciativa Minera Mundial.

El sector minero de pequeña escala también se ha mostrado activo en países en desarrollo; el Departamento de las Naciones Unidas para Cooperación Técnica y Desarrollo (UNDTCD) ha organizado varias conferencias regionales sobre este tema. En Montreal, Canadá, se estableció en 1989 una agencia internacional sin fines de lucro para la minería en pequeña escala: Small Mining International (SMI). Esta organización busca fortalecer y apoyar el sector de la pequeña minería como ayuda para al desarrollo social y económico rural. Varios países, como India, Ghana, Bolivia, Brasil y Zimbabwe, tienen organizaciones que promueven y proveen apoyo técnico al sector de la pequeña minería.

La iniciativa Comunidades y Minería de Pequeña Escala (CASM) comenzó en marzo de 2001 como una red de múltiples donantes y servicio de coordinación. Aspira a disminuir la pobreza mediante el apoyo de un desarrollo sostenible integrado de comunidades en países en desarrollo afectadas por la minería artesanal y en pequeña escala o involucradas en la misma.



#### 4.1.5 Convenciones internacionales y políticas y legislación nacionales

##### *Convenciones internacionales*

Una serie de convenciones internacionales son pertinentes para las actividades que desarrollan las industrias extractivas en regiones áridas y semiáridas. Algunas de ellas se derivaron de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992 y del proceso del Programa 21; unas pocas son convenciones ambientales de más data (en el Recuadro 3 se enumeran otras convenciones internacionales pertinentes).

La **Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en particular en África (UNCCD)** se pone en práctica por medio de Programas de Acción Nacionales (PAN). Estos programas se desarrollan con la participación de las comunidades locales. Los gobiernos nacionales, al adherirse a UNCCD, se comprometen a proveer un entorno favorable por medio de la eliminación de obstáculos legislativos y de políticas, de la introducción de reformas agrarias que den una mayor seguridad de tenencia de la tierra, y del desarrollo de instituciones para resolver conflictos relacionados con la utilización de la tierra y de los recursos. Uno de los principios importantes de la UNCCD es que los esfuerzos por luchar contra la desertificación deben estar plenamente integrados con otros programas de desarrollo.

La UNCCD tiene programas regionales de acción en África, Asia, América Latina y el Caribe, el Mediterráneo Septentrional y Europa Central y Oriental. Están orientados hacia las condiciones y necesidades regionales y subregionales específicas de los estados miembros. Los programas abordan la disminución de la pobreza, la migración y la seguridad alimentaria (África), la agrosilvicultura y la conservación de suelos, la gestión de praderas y el fortalecimiento de capacidades para mitigación del impacto de las sequías (Asia), el monitoreo y la evaluación de la degradación de las tierras (América Latina), y la protección de tierras que todavía no se han degradado en forma importante (Mediterráneo Septentrional). Este último reconoce que las economías modernas también contribuyen a la desertificación y a la degradación de las tierras debido, por ejemplo, a la contaminación de suelos por metales y a cambios en las aguas superficiales y subterráneas.

El **Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)** persigue tres fines principales: la conservación de la biodiversidad; la utilización sostenible de los componentes de la biodiversidad; y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización comercial o de otra índole de los recursos genéticos. Reconoce que la responsabilidad de la conservación de la biodiversidad descansa sobre todo en los propios países, y que las compañías privadas, los propietarios de tierras, los pescadores y los agricultores son responsables por la mayor parte de las acciones que afectan a la biodiversidad. Bajo el CDB, los gobiernos se comprometen a elaborar y aplicar estrategias y planes de acción nacionales de biodiversidad y a integrarlos en los planes nacionales ambientales y de desarrollo. El convenio también reconoce que las comunidades tradicionales e indígenas dependen de los recursos biológicos y que poseen conocimientos y prácticas tradicionales que tienen que ver con la conservación y la utilización sostenible de la biodiversidad.

La **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC) y el Protocolo de Kyoto** conforman la base para los esfuerzos intergubernamentales para abordar el problema de un cambio climático potencialmente irreversible debido a concentraciones crecientes de gases de efecto invernadero en la atmósfera de la tierra. Estos gases los causa el crecimiento económico y demográfico de los dos últimos siglos. La UNFCCC establece como objetivo último la estabilización de las concentraciones atmosféricas de dichos gases en niveles que impidan la interferencia humana “peligrosa” con el sistema climático. Las Partes en la Convención están sujetas a una serie de compromisos generales, y se dividen en dos grandes grupos: los países industrializados, que históricamente son los que más han contribuido al cambio climático (Partes incluidas en el Anexo I), y los países que no lo han hecho (Partes no del Anexo I). Algunos de los países en el primer grupo se incluyen también en el Anexo II; tienen una responsabilidad especial de proveer recursos financieros adicionales a los países en desarrollo para ayudarlos a abordar el cambio climático. La Convención identifica dos grupos de países vulnerables: los que se enfrentan a los efectos adversos del cambio climático, p.ej. las naciones en islas que están apenas por encima del nivel del mar, y estados exportadores de petróleo que se ven amenazados por las repercusiones económicas de las medidas de respuesta ante el cambio climático.

El Protocolo de Kyoto establece metas para las emisiones de los seis gases principales de efecto invernadero: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ). Establece mecanismos a modo de compensaciones por emisiones para eliminar de la atmósfera gases de efecto invernadero con la creación de “sumideros” de carbono por medio de iniciativas como la aforestación, gestión de bosques, gestión de tierras de cultivo y gestión de tierras de pastoreo. El protocolo también establece tres mecanismos innovadores conocidos como implementación conjunta, el mecanismo de desarrollo limpio y el trueque de emisiones.

La **Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Ramsar)** (1971) ofrece el marco para la cooperación internacional en la conservación y utilización racional de biomas de humedales. Los humedales ocupan la zona de transición entre entornos permanentemente húmedos y entornos generalmente secos; en regiones áridas y semiáridas, son hábitats de importancia especial y puntos de concentración para la vida silvestre. La Convención de Ramsar se centra sobre todo en humedales que son hábitats importantes para especies migratorias de aves acuáticas. Las Partes Contratantes están obligadas a identificar y proteger por lo menos un Humedal de Importancia Internacional en sus respectivos países, incluir la conservación de los humedales dentro de la planificación nacional de utilización de la tierra y promover el uso racional de los humedales.

La **Convención de Bonn sobre la Conservación de Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS)** (1979) aspira a conservar especies aviarias, marinas y terrestres migratorias. Establece un marco dentro del cual las Partes pueden trabajar para conservar especies migratorias y sus hábitats. Pueden adoptar medidas estrictas de protección para aquellas

especies migratorias que se encuentran en la categoría de en peligro de extinción en toda su áreas de dispersión o en parte de ella. Las Partes también formalizan acuerdos para la conservación y gestión de especies migratorias que están en una situación desfavorable de conservación, y para emprender investigación y actividades de monitoreo conjuntas. Algunas de las especies de tierras áridas que han recibido atención especial en tales acuerdos son la avutarda, la avutarda Hubara y el antílope sahelio-sahariano. La Convención es pertinente para las compañías mineras y petroleras por cuando incluye la protección de estas especies frente a la caza por parte de su personal y trabajadores de los sitios en que operan.

La **Convención sobre la protección del patrimonio mundial cultural y natural (Convención del patrimonio mundial)** (1972), de la UNESCO, define la clase de sitios de valor natural y cultural que pueden tenerse presentes para incluirlos en la Lista del Patrimonio Mundial. También define los deberes de los estados en cuanto a identificar sitios potenciales, y su papel en protegerlos y preservarlos. Las actividades mineras y petroleras deben estar conscientes de la existencia de Sitios del Patrimonio Mundial en las cercanías, y tomar medidas para protegerlos contra cualquier impacto ambiental adverso que se derive de las actividades que se desarrollan. En 2000, la UNESCO y el ICME organizaron un taller técnico sobre patrimonio mundial y minería, el que recomendó que los especialistas en minería y en conservación trabajen juntos, y puso de relieve los papeles de los Estados Partes, de las Agencias Mineras del Patrimonio Mundial y de la industria minera en cuanto a coordinar la conservación de dichos sitios con el desarrollo de la exploración y extracción de minerales.

El **Capítulo 26 del Programa 21** y la **Convención (no.169) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) Relativa a los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes** (1989) reconoce el nexo entre cambio del medio ambiente mundial y los derechos de las poblaciones indígenas, y la estrecha relación entre las situaciones culturales y económicas de los pueblos indígenas y su medio ambiente.

### Recuadro 3. Otras convenciones internacionales pertinentes

Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES). 1973. Modificada en 1979 y 1983

Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que empobrecen la capa de ozono, 1987

Convenio sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación (Convenio de Basilea), 1989

Convención internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos, 1990

Convenio sobre la evaluación del impacto en el medio ambiente en un contexto transfronterizo, 1991

Convención sobre la protección y utilización de los cursos de agua transfronterizos y de los lagos internacionales, 1992

Convención sobre los efectos transfronterizos de los accidentes industriales, 1992

### *Políticas y legislación nacionales*

Muchos países disponen de políticas y legislación ambientales en relación con las actividades que desarrollan las industrias extractivas. Existe sin embargo una gran variedad en cuanto a cobertura y cumplimiento de los marcos de políticas y legales, y se aconseja al lector que consulte a las autoridades nacionales para obtener detalles de la legislación de cada país. De ordinario, las políticas y la legislación deberían referirse a las siguientes esferas clave:

- recursos minerales y de hidrocarburos (tales como normas y regulaciones para la prospección minera y para la producción petrolera, incluyendo sistemas para obtener licencias y concesiones, y para operaciones de monitoreo);
- protección y gestión ambientales (incluyendo requisitos y directrices para la evaluación del impacto ambiental de las actividades que se proponen);
- recursos hídricos (incluyendo la regulación de la utilización de recursos hídricos, extracción de agua subterránea, estándares en cuanto a contaminación del agua y a efluentes);
- aire (incluyendo estándares en cuanto a contaminación del aire y a emisiones);
- agricultura, ganadería y bosques (incluyendo suelos y prevención de la erosión);
- planificación del uso de la tierra;
- tenencia de la tierra (definiendo derechos de propiedad de la tierra);
- derechos comunitarios/tradicionales (incluyendo derechos de acceso por razones culturales y para recolectar productos silvestres); y
- áreas protegidas y conservación de la biodiversidad.

A veces la legislación y las políticas sectoriales entran en conflicto entre si. Puede haber una jerarquía de legislación; en algunos países, las actividades mineras y petroleras han gozado históricamente de prioridad sobre casi cualquier otra actividad. Esto significa que, en el pasado, se emprendieron proyectos mineros y petroleros como utilización preferida de la tierra en muchas áreas, sin controles ambientales adecuados. En los casos en que prevalece esta situación en países con zonas áridas y semiáridas, la política gubernamental y la legislación deben modificarse para establecer controles ambientales adecuados para la producción minera y de hidrocarburos.

## **4.2 Instrumentos clave de planificación y gestión**

### **4.2.1 Evaluación ambiental estratégica**

Una vez que se ha identificado un nuevo recurso mineral o de hidrocarburos importante, pero antes de que se planifiquen detalles concretos, el gobierno debe realizar una evaluación ambiental estratégica (EAE). La EAE debe evaluar la región, incluyendo los factores siguientes:

- condiciones ambientales de las que se parte y estado de los recursos naturales;
- identificación de áreas ecológicamente sensibles y áreas protegidas;
- identificación y descripción de comunidades y pueblos indígenas;

- condiciones socioeconómicas existentes;
- actividades económicas e infraestructura existentes;
- desarrollos propuestos, incluyendo escenarios a largo plazo y desarrollo acumulado de una serie de diferentes sitios mineros y de hidrocarburos;
- infraestructura y recursos que se requieren para ofrecer servicios para dichas actividades (carreteras, energía eléctrica y agua);
- impactos sociales y ambientales potenciales del desarrollo minero o petrolero; y
- recomendaciones para zonificar las áreas terrestres y limitaciones en cuanto a las actividades en las diferentes zonas.

La EAE proporciona pues una perspectiva a largo plazo de la base ambiental y social para los desarrollos que se proponen en el área. Identificará las zonas apropiadas en cuanto a uso de la tierra y las restricciones necesarias para asegurar un desarrollo ambientalmente sostenible. De esta forma, la EAE hace posibles los compromisos que se deben alcanzar entre conservación y desarrollo en una forma abierta, transparente e informada.

Las agencias gubernamentales, como los Ministerios de Minas, Minerales y Recursos de Hidrocarburos, y de Planificación (en los ámbitos nacional y local) y las Agencias Nacionales de Medio Ambiente, deben encargar la EAE. La evaluación debe incluir amplias consultas con gobiernos locales, comunidades y organizaciones interesadas.

#### **4.2.2 Evaluación de impacto ambiental**

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es el principal instrumento de planificación para evaluar los impactos ambientales y sociales de actividades concretas. De ordinario, el proponente de la actividad hace una solicitud ante la agencia ambiental nacional. El tipo y amplitud de la actividad determinan si se necesitará o no una EIA. Los proyectos mineros y petroleros normalmente requieren una EIA, al igual que los grandes trabajos de infraestructura, como carreteras, tuberías y líneas de transmisión eléctrica. El proponente prepara entonces los términos detallados de referencia para la EIA, los que deben ser aprobados por la agencia antes de que se encargue el estudio. Normalmente se requiere que la EIA incluya un componente importante de consulta pública, y que los resultados se hagan públicos. Una vez finalizada, se envía a la agencia ambiental nacional el informe de la EIA para que la evalúe y apruebe.

Existen muchas directrices en cuanto a los procedimientos a seguir en las EIA, algunas de las cuales son específicas para la producción minera o de hidrocarburos. Muchos países han elaborado sus propias directrices para EIA para ser utilizadas dentro de su sistema legal y de planificación.

Lo usual es que las EIA examinen alternativas en cuanto a sitios, rutas y métodos extractivos. Ello hace posible que el proponente identifique la mejor de estas alternativas desde las perspectivas ambiental y social. En el caso de proyectos mineros y petroleros, el sitio viene en gran parte determinado por la presencia del recurso y dónde resulta más accesible. La EIA debe facilitar la selección entre modalidades de operación, rutas de acceso u orientación geográfica del sitio (como por ejemplo para minimizar los impactos de la caída de polvo).

El propósito de la EIA es identificar los principales riesgos y proponer medidas de mitigación para minimizarlos, y optimizar los impactos beneficiosos. Ella ofrece las bases para el Plan de Gestión Ambiental (sección 4.2.3). La EIA debe examinar en detalle las propuestas para cada fase, actividad y ubicación, e identificar sus implicaciones ambientales. En zonas áridas y semiáridas, los temas centrales son la emisión de polvo, los recursos hídricos escasos, los ecosistemas desérticos vulnerables y la socio-economía de las comunidades locales. Si en el proceso se liberan materiales tóxicos o peligrosos, tendrán que examinarse los riesgos de derrames y descargas.

La EIA también debe identificar indicadores con los que se pueda monitorear el desempeño ambiental. Estos se establecen sobre la base de la situación existente, e incorporan el grado de aceptabilidad del cambio. Aunque existen muchos estándares internacionales y nacionales para emisiones y descargas a la atmósfera, a los suelos y al agua, la mayoría se han elaborado para contextos urbanos. Los estándares apropiados de emisiones debe basarse en las condiciones predominantes en zonas áridas y semiáridas.

### **4.2.3 Planes de gestión ambiental**

El Plan de Gestión Ambiental (PGA) identifica los principales riesgos ambientales y las formas en que la compañía propone abordarlos. El plan debe ser de aplicación permanente, con metas definidas para diferentes actividades, con el fin de facilitar el monitoreo del avance que se vaya haciendo. En las zonas áridas y semiáridas se debe enfatizar sobre todo la conservación del agua, el manejo del polvo, el almacenamiento de la capa superficial del suelo y la rehabilitación/restauración, pero también debe incluir un plan detallado de manejo de desechos y un plan de contingencia para emergencias (PCE). El desempeño ambiental se evalúa a partir de este plan.

El Sistema de Gestión Ambiental (SGA) provee un marco organizacional para el PGA. Detalla esferas de responsabilidad, recursos de personal y requisitos de capacitación, documentación, informes y comunicación. El SGA describirá, por ejemplo, qué expedientes y documentos se pueden requerir, quién los conservará y quién los utilizará y cómo deben distribuirse (Recuadro 4).

#### Recuadro 4. Componentes claves de planificación y gestión ambientales

Los estándares internacionales más importantes para planificación y gestión ambientales se encuentran en la serie ISO 14000, que en general se pueden aplicar a cualquier actividad empresarial. Como se estipula en estos estándares, el desarrollo de un sistema de gestión ambiental se basará en lo siguiente:

**Información:** Todas las operaciones de minería o petróleo que quieran cumplir con los requisitos ambientales deberán describir las condiciones ambientales de las que se parte. Debe realizarse un estudio ambiental, que incluya evaluaciones del aire, de los suelos, de los recursos hídricos y las características clave de los ecosistemas alrededor del sitio, y que describa su importancia y sensibilidad. Esta información provee la base para evaluar cambios futuros y los requisitos para rehabilitar el sitio. El estudio también debe poner de relieve las diferentes actividades de la operación y los riesgos y peligros ambientales asociados con cada una de ellas.

**Participación de las comunidades locales:** Lograr la participación de comunidades locales y de los interesados directos clave es esencial para una gestión ambiental sostenible. Se necesitan por lo tanto estudios sociales, consultas y participación activa antes, durante y después de que se lleven a cabo las actividades planificadas. Se requerirán acuerdos con las comunidades acerca del calendario de actividades y de los impactos que se anticipan.

**Planificación de la gestión ambiental:** A partir del estudio para obtener datos base y del estudio social, debe elaborarse un plan de gestión ambiental. El plan de gestión describirá las medidas que se requieren para minimizar los impactos ambientales y sociales y la aplicación de las mismas. Dichos plan no es, sin embargo, un proyecto intocable; debe ser flexible y susceptible de ser adaptado a medida de que se disponga de nueva información. Se necesitará un programa de monitoreo ambiental que provea esta información.

**Comunicaciones:** El plan de gestión ambiental también debe identificar cómo comunicar la información acerca de las condiciones ambientales del sitio, tanto dentro de la compañía como fuera de ella. Para ello debe establecerse un grupo de enlace dentro de las comunidades locales.

**Capacitación para la gestión ambiental:** La gestión ambiental es una disciplina nueva. Se necesitará capacitación tanto para los gerentes del sitio como para el personal operativo para que tomen conciencia de sus responsabilidades ambientales y adquieran destrezas para asumirlas. Los sitios grandes deben tener su propio gestor ambiental. También se puede ofrecer capacitación a personas de las comunidades locales.

### *Plan de contingencias*

Como parte del Plan de Gestión Ambiental, debe elaborarse un Plan de Contingencias para afrontar emergencias como explosiones, incendios, riadas, deslizamientos, grandes derrames, filtraciones y colapso de muros de estanques de desechos. Debe efectuarse una evaluación de riesgo para identificar las causas potenciales de emergencias y sus probables consecuencias. A partir de esta evaluación, se pueden conseguir el equipo de limpieza y productos químicos necesarios, de modo que estén a mano cuando se necesiten, y se puedan llevar a cabo la capacitación y prácticas del personal. Los planes de contingencia deben incluir lo siguiente:

- identificación de riesgos y objetivos;
- identificación de amenazas para áreas sensibles, tanto dentro como fuera del sitio, incluyendo almacenes y equipo, alojamiento de los trabajadores, comunidades locales, hábitats y ecosistemas locales, y recursos hídricos;
- una estrategia de respuesta para cada riesgo importante;
- una estrategia para comunicaciones y producción de informes;
- definición de necesidades de recursos;
- definición de planes de acción; y
- definición de requisitos de capacitación y prácticas.

Es importante que las comunidades locales sean conscientes de las emergencias que puedan presentarse en el sitio. La concienciación genera preparación entre la población local, y los involucra en las respuestas a las emergencias y en la protección de sí mismos y de sus bienes de manera más efectiva. Con este fin, el PNUMA ha elaborado el Programa sobre concienciación y preparación para emergencias en el ámbito local (APELL).

Son fundamentales la capacitación y las prácticas para responder en caso de emergencias. Las agencias gubernamentales deben asegurarse de que las compañías elaboren esas estrategias para respuesta en caso de emergencias y provean capacitación adecuada para su personal. Debe quedar bien sentado a qué agencias se debe informar en caso de una emergencia.

### *Planes de rehabilitación y restauración*

Si se decide el cierre permanente, el operador debe proporcionar más detalles acerca del mismo y de la restauración del sitio que se perfilan. Es fundamental consultar con las autoridades y comunidades locales antes de diseñar planes detallados de cierre.



*Restauración de un humedal, mina de cobre, Chile.*  
Foto: Anglo American/Phil Tanner





*Restauración de un sitio de perforación luego de la exploración, Namibia.*

Foto: Anglo American

Lo ideal es que un plan de rehabilitación incluya devolver el terreno a su estado original. Las metas de restauración en la mayoría de los casos estarán relacionadas con la utilización de la tierra antes de las actividades mineras, como hábitat de vida silvestre, pastoreo de ganado y agricultura alimentada por lluvia o de irrigación.

La rehabilitación y la restauración no deben considerarse tan solo al concluir las operaciones. Muchas minas extraen en forma progresiva materia prima y vuelven a colocar la sobrecarga en las áreas donde ha concluido la actividad minera. La rehabilitación y restauración llevadas a cabo simultáneamente con la actividad minera permite que áreas explotadas recobren la cobertura vegetal y es ecológica y

económicamente más viable que posponer las actividades de rehabilitación y restauración hasta el final. La restauración y la rehabilitación, por tanto, deben ser parte integral del PGA.

Es fundamental que se hagan algún tipo de provisión financiera para la rehabilitación y restauración. Una opción son los fondos de amortización o los fondos fiduciarios a los que la compañía va haciendo aportes regulares desde el comienzo de las operaciones (Recuadro 5). El fondo debe estar encaminado a cubrir los costos esperados de la restauración, estimaciones que deben revisarse, según se requiera, durante la vida de la operación. El fondo lo debe administrar una junta, que debe incluir representantes tanto del gobierno local como de las comunidades locales.

### **Recuadro 5. Fondos de amortización y fondos fiduciarios**

La financiación del cierre y la restauración son un aspecto clave para las compañías, para las autoridades que otorgan licencias y hacen la planificación, y para las comunidades locales. Una financiación adecuada ayudará a asegurar un cierre seguro, la restauración cuidadosa del sitio y la utilización futura de la tierra.

Los fondos de amortización o fiduciarios, tanto para la rehabilitación y restauración del sitio como para actividades futuras de desarrollo, permiten que algunos de los beneficios del desarrollo actual se trasladen a las generaciones futuras. Es fundamental que estos fondos se vayan constituyendo durante la vida operativa de la mina o yacimiento petrolero, en vez de esperar hasta el final. La administración y control del fondo fiduciario debe incluir a representantes de las comunidades y deben establecerse mecanismos para asegurar una utilización prudente del dinero.

Muchas licencias para la extracción mineral y petrolera exigen ahora que la compañía cuente con un seguro de cierre, de modo que si se presentaran circunstancias técnica, económicas o políticas imprevistas, que obligaran al cierre anticipado de las actividades, se disponga de suficientes fondos para la rehabilitación y la restauración. Las primas del seguro se combinan con el fondo de amortización, y van disminuyendo a medida que se incrementa el fondo. Los términos y condiciones de dichos fondos y de los seguros dependerán de las leyes y regulaciones nacionales. Para establecer estos esquemas se requerirá ayuda legal y financiera profesional.

#### **4.2.4 Monitoreo, auditoría ambiental e informes**

Es importante disponer de información acerca de las condiciones ambientales iniciales básicas para comparar cambios y tendencias como resultado de las actividades que desarrollan las industrias extractivas. Esto incluye no sólo las condiciones físicas y químicas (aire, suelo y agua) sino también los factores ecológicos y socio-económicos.

Los indicadores biológicos con frecuencia son mucho más sensibles a impactos acumulados de emisiones tóxicas de bajo nivel. La selección de indicadores biológicos en zonas áridas y semiáridas puede ser muy específica para el sitio de que se trate (Cuadros 6 y 7).

El monitoreo y la interpretación de los cambios ecológicos en zonas áridas y semiáridas pueden resultar difíciles debido al clima, por ej. después de lluvias tormentosas y durante sequías persistentes. Monitorear las condiciones ambientales en estas zonas puede resultar físicamente arduo para el personal, e incluso instrumentos que se utilizan por control remoto pueden fallar bajo condiciones extremas.

Los resultados del monitoreo de las condiciones ambientales que se realiza como parte del Plan de Gestión Ambiental (PGA) deben ponerse a disposición de las autoridades que otorgaron el permiso mediante informes regular, quienes a su vez pueden llevar a cabo su propio monitoreo del sitio y auditorías ambientales. La compañía quizá quiera encargar una auditoría ambiental independiente para su informe anual a sus accionistas, a las autoridades gubernamentales y a las comunidades locales.

En el caso de un desarrollo minero o petrolero de gran dimensión, la agencia gubernamental responsable puede pensar en crear una comisión o comité directivo interagencias. Este ente debe contar con representantes de las agencias gubernamentales correspondientes, del gobierno local y de las comunidades adyacentes. Los gerentes ambientales de la compañía y las agencias de monitoreo contratadas deben reportar a este comité. El comité debe publicar un informe anual que sintetice las actividades de monitoreo llevadas a cabo durante el año, e indicar tendencias. El informe debe indicar si se requieren cambios en el PGA y en el programa de monitoreo.

**Cuadro 6. Factores a considerar al evaluar la desertificación**

Tipo	Subtipo	Factor
Físicos	Clima	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. precipitación</li> <li>b. temperatura</li> <li>c. velocidad, dirección y frecuencia del viento</li> <li>d. erosión potencial por lluvia (calculada)</li> <li>e. duración de la luz solar</li> <li>f. evapotranspiración potencial (ETP, calculada)</li> <li>g. tormentas de arena/tormentas de polvo</li> <li>h. remolinos</li> </ul>
	Suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. condición de la superficie (rocosidad)</li> <li>b. textura</li> <li>c. fertilidad (materia orgánica)</li> <li>d. estructura</li> <li>e. permeabilidad</li> <li>f. erosión potencial (calculada)</li> <li>g. alcalinización/salificación</li> <li>h. mapa de unidad de suelo</li> </ul>
	Topografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. pendiente</li> </ul>
Biológicos	Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. cubierta dosel de plantas herbáceas y leñosas (%)</li> <li>b. producción de biomasa por encima de la superficie (cultivos permanentes) de cubierta herbácea/leñosa (kg/ha/a)</li> <li>c. composición de plantas y especies deseables o clave</li> <li>d. producción herbácea potencial (calculada)</li> <li>e. mapa de unidad de vegetación</li> </ul>
	Animales	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. cálculo y distribución de la población animal</li> <li>b. composición de los rebaños</li> <li>c. consumo herbáceo (calculado)</li> </ul>
Socioeconómicos	Utilización de la tierra y del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. utilización de la tierra</li> <li>b. consumo de leña</li> <li>c. disponibilidad y necesidades de agua</li> </ul>
	Pautas de asentamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. asentamientos</li> <li>b. infraestructura</li> </ul>
	Parámetros biológicos humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. estructura y tasa de crecimiento de la población</li> <li>b. medidas de situación nutricional</li> <li>c. hábitos alimenticios</li> </ul>
	Parámetros de proceso social	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. conflictos</li> <li>b. migración</li> <li>c. trashumancia</li> <li>d. percepción ambiental</li> </ul>

**Cuadro 7. Indicadores para evaluar la desertificación**

Tipo	Sub-tipo	Indicador	Nivel de aplicación
Físicos	Clima	a. índice de aridez	L N
		b. variabilidad de precipitaciones	L N
		c. deposición por viento y áreas de desvío	L
		d. potencial de erosión eólica (calculada)	L N
Suelos		a. costra y compactación	L
		b. salificación/alcalinización del suelo	L
		c. áreas de erosión hidráulica	L
		d. potencial de erosión hidráulica (calculada)	L N
Biológicos	Vegetación	a. degradación de la vegetación (herbácea y leñosa, calculada)	L N
		b. capacidad de carga del área (calculada)	L N
		c. especies de plantas deseables e indeseables	L
Socioeconómicos	Factores humanos	a. asentamientos humanos	L N
		b. utilización de la tierra	L N
		c. consumo de leña (calculado)	L N
		d. condición nutricional	L N
		e. migración	L N
		f. percepción ambiental	L

L = local; N = nacional

Fuente: Krugmann, H. 1996. Toward Improved Indicators to Measure Desertification and Monitor and Implementation of the Desertification Convention. En H. Hambly y T. Onweng Angura (eds.) *Grassroots Indicators for Desertification: Experience and Perspectives from Eastern and Southern Africa*. IDRC.

## Capítulo V

# Orientaciones sobre políticas

Este capítulo sintetiza los principios clave que ayudarán a los funcionarios gubernamentales que tienen la responsabilidad de otorgar licencias, planificar y monitorear actividades de desarrollo de industrias extractivas, y también a las ONG ambientalistas y a ejecutivos de las industrias extractivas, a garantizar que las actividades de exploración y explotación en zonas áridas y semiáridas produzcan un impacto mínimo en el medio ambiente. También ayudarán a asegurar que se conserven los bienes y servicios esenciales de los ecosistemas para que sigan sustentando el desarrollo a largo plazo. Estos principios se presentan en tres secciones:

1) Planificación y gestión de los recursos naturales; 2) Políticas, legislación e instituciones; y 3) Monitoreo.

En cada sección se organizan los principios en función de las instituciones que, por lo general, tienen la responsabilidad de poner en práctica las actividades que se proponen.

## 5.1 Planificación y gestión de los recursos naturales

Se ofrecen las siguientes orientaciones para que se pueda mejorar el impacto de las industrias extractivas en zonas áridas y semiáridas y disminuir las influencias negativas sobre las sociedades, impacto que pueden contribuir a la degradación y a la desertificación.

*Las agencias que otorgan permisos y hacen el monitoreo deben:*

- asegurar que las compañías que exploran y producen estén concientes, antes de comenzar el desarrollo en un sitio dado, de la dinámica ecológica y social alrededor de dichos sitios;
- ponderar y aprobar los resultados de los estudios de las condiciones de partida, las Evaluaciones de Impacto Ambiental y los Planes de Gestión Ambiental.

*Las compañías extractivas, en relación con las consideraciones ambientales, deben en todas las fases de sus actividades:*

- identificar las fuentes y pautas existentes de utilización del agua y diseñar sistemas de abastecimiento, para optimizar la recarga de agua subterránea y minimizar perturbaciones en la superficie, y la utilización y eliminación de aguas residuales para proteger estas fuentes de agua;
- minimizar los riesgos de polución y contaminación de las fuentes de agua, prestando debida atención a los niveles naturales de calidad del agua;
- evitar las explotaciones que amenacen reducir el nivel hidrostático y desecar o contaminar humedales;
- estudiar las variaciones estacionales en cuanto a calidad del aire para valorar el impacto que se produce con las actividades extractivas de minería y de petróleo/gas;

- evaluar el impacto visual general de la producción minera o petrolera y de su infraestructura;
- tomar precauciones para almacenar y reutilizar la capa superior del suelo que se hubiera removido durante las operaciones;
- documentar la variedad y diversidad de la flora en la proximidad de zonas que se vayan a explotar;
- tomar precauciones para conservar la vegetación mediante la limitación de su eliminación y la revegetación con plantas autóctonas lo antes posible;
- no iniciar fuegos y utilizar protección adecuada, como cortafuegos.
- asegurarse de que el desarrollo del lugar, incluyendo la infraestructura, como tuberías y carreteras, no perturbe las migraciones diurnas o estacionales de especies;
- controlar la caza, la caza furtiva y el consumo de carne de animales silvestres por parte de sus trabajadores;
- proteger los recursos genéticos y los ecosistemas en las cercanías de sus explotaciones;
- emprender actividades en áreas protegidas designadas como Categorías V y VI de la UICN solo si: a) se hubiera preparado una evaluación de impacto ambiental que haya recibido la aprobación del departamento gubernamental correspondiente; b) se hubieran establecido normas estrictas de operación para monitorear y adaptar actividades con el fin de evitar impactos permanentes en el hábitat del área protegida; y c) se ofrecieran garantías de que, después de que se cierre la explotación, la compañía cubrirá el costo de cualquier restauración ecológica que se considere necesaria;
- asegurarse de que sea mínima la degradación de la tierra como resultado de la contaminación, pérdida de la estructura de los suelos o cambios en el balance hídrico, p.ej. disminución en la disponibilidad de agua para irrigación, o aumento en el nivel hidrostático que produzca salificación.

*Las compañías extractivas, en relación con las consideraciones socio-culturales, deben:*

- respetar a las comunidades existentes y reconocer las identidades étnicas y culturales y los derechos cuando se planifican desarrollos relacionados con la minería y el petróleo, utilizando para ello técnicas participativas adecuadas;
- respetar la utilización tradicional de la tierra, la utilización de los recursos naturales y los derechos de tenencia y/o usufructo de la tierra y, en consulta con agencias gubernamentales y privadas de planificación, tomar en cuenta tales usos y derechos en los planes para desarrollo económico y en los acuerdos sobre compensaciones;
- brindar a académicos e investigadores acceso para estudiar sitios arqueológicos y subvencionar los costos de conservar dichos sitios con el fin de promover una mayor comprensión de las culturas e historia antiguas en la zona donde se encuentra la explotación;
- respetar las prácticas tradicionales y el desplazamiento de pueblos nómadas y pastoralistas;
- ser justos y equitativos en cuanto a dar empleo a personas del lugar; utilizar a trabajadores locales cualificados y, donde sea posible, desarrollar la capacidad local mediante la provisión de una capacitación adecuada;

- asegurarse de que las tiendas que administra la compañía vendan los productos a precios que estén dentro de la capacidad de compra de la población local;
- identificar riesgos relacionados con la salud para los trabajadores y la población local y tomar medidas para prevenir o minimizar dichos riesgos, incluyendo la preparación de planes de emergencia para hacer frente a riesgos para la salud;
- minimizar los peligros operativos en los sitios e informar a los trabajadores acerca de riesgos para la salud y de accidentes;
- brindar oportunidades para educación, atención en salud y empleo a la población local y asegurarse al mismo tiempo de que tengan un acceso equitativo a dichas oportunidades;
- desarrollar, en consulta con la población local, planes y medios (p.ej., fondos fiduciarios) para mantener el desarrollo de la calidad de vida de la población local una vez que se haya cesado la explotación del recurso.

## 5.2 Políticas, legislación e instituciones

Para asegurarse de que las actividades de desarrollo de las industrias extractivas sean compatibles con las necesidades de conservar el “capital” ambiental nacional y con la utilización sostenible a largo plazo de la tierra, es indispensable que los gobiernos dispongan de las pertinentes políticas, legislación y marcos institucionales efectivos, que se rijan por los principios siguientes:

*Las agencias gubernamentales que otorgan licencias y permisos deben:*

- coordinar con las agencias de planificación y ambientales para asegurarse de que las actividades de desarrollo de las industrias extractivas sean compatibles con la protección ambiental y con la utilización sostenible de la tierra;
- asegurarse de que uno de los prerrequisitos para obtener un permiso o licencia sea un seguro por cierre anticipado y la creación de fondos fiduciarios para cubrir costos de restauración;
- fomentar, donde resulte apropiado, que mineros artesanales y otras personas del lugar formen pequeñas empresas y cooperativas para promover el desarrollo económico local;
- exigir que las industrias extractivas se ajusten a un programa de “códigos de práctica” para la protección ambiental durante las actividades de exploración y estudio;
- ofrecer explicaciones claras de las responsabilidades institucionales en cada fase de los procesos de concesión de permiso y de monitoreo;
- coordinar con los departamentos gubernamentales que comparten la responsabilidad por diferentes facetas de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales y la conservación así como con los responsables por las necesidades sociales;
- asegurarse de que se encargue una evaluación ambiental estratégica y de que se lleve a cabo con agencias de planificación y gestión de recursos ambientales/naturales antes de que se tome la decisión de iniciar el desarrollo de una industria extractiva;

- asegurarse de que la compañía que solicita un permiso haya realizado una evaluación de impacto ambiental, incluyendo un estudio de las condiciones sociales y ambientales de partida y de las medidas para mitigar cualquier impacto, de que dicha evaluación de impacto haya sido sometida a un debido proceso de consulta y revisión públicas, y de que los insumos que se hayan generado en dicha consulta hayan sido analizados e integrados a la evaluación final de impacto ambiental, y de que haya recibido la aprobación de la agencia/departamento responsable antes de otorgar la licencia o permiso;
- asegurarse, antes de otorgar licencias o permisos, de que se hayan elaborado y aprobado los planes de gestión ambiental, en los que se hayan tomado en cuenta los riesgos y descrito planes de contingencia;
- asegurarse de que se protejan los intereses de las comunidades locales y de que resulten claras las responsabilidades respecto a dichas comunidades, y de que las comunidades y otras partes interesadas pertinentes estén conscientes de dichas responsabilidades y derechos y, donde resulte apropiado, se faciliten negociaciones entre las compañías y las comunidades;
- asegurarse de que las comunidades que se verían afectadas por los proyectos propuestos de exploración y extracción estén conscientes de las actividades que se proponen y de que tengan la posibilidad de comentar los documentos;
- realizar auditorías regulares de las actividades para las que se ha otorgado licencia o permiso con el fin de asegurarse de que se están aplicando medidas de mitigación ambiental y social y de que las compañías cumplen con los códigos de práctica acordados:
- pasar revista de manera regular a la puesta en práctica de los planes de gestión ambiental e introducir cambios donde fuera necesario;
- brindar apoyo técnico, asesoría y capacitación a empresas de minería artesanal, pequeñas y medianas para ayudar a que se tome una mayor conciencia acerca de los aspectos ambientales, de gestión y sociales y acerca de la capacidad para abordarlos.

*Las agencias de planificación y de gestión ambiental y de los recursos naturales deben:*

- asegurarse de que la legislación y las políticas de planificación y de utilización de la tierra sean compatibles con la legislación y las políticas para el desarrollo minero y petrolero, y que éstas incorporen necesidades de conservación;
- pasar revista y comentar las propuestas para la exploración y estudio de la existencia de hidrocarburos o minerales en su país;
- colaborar con las agencias que otorgan permisos para realizar una evaluación ambiental estratégica de desarrollos extractivos a gran escala;
- asegurarse de que quienes solicitan licencias o permisos para extracción hayan completado y satisfecho los requisitos gubernamentales en cuanto a planificación del uso de la tierra;



- asegurarse de que las compañías que solicitan licencias o permisos para extracción hayan consultado a las autoridades y comunidades locales y, donde fuera necesario, hayan acordado paquetes adecuados de compensación;
- asegurarse de que se analicen los planes de cese de operaciones y de restauración con las autoridades y comunidades locales y de que todas las partes acepten los planes para el cierre definitivo;
- asegurarse de que se cumplan los requisitos legales en cuanto a evaluaciones de impacto ambiental;
- comentar y aprobar los términos de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental, y pasar revista, comentar y aprobar las evaluaciones de impacto que se hayan realizado;
- comentar y aprobar los planes de gestión ambiental;
- tener presente la aplicación de estándares apropiados de calidad del aire, habida cuenta de las condiciones prevalecientes de polvo en zonas áridas y semiáridas;
- asegurarse de que, en la explotación que se propone, se protejan y utilicen en forma sostenible los recursos hídricos, teniendo en cuenta los estándares para la extracción y descarga de agua, habida cuenta de la disponibilidad y calidad predominantes del agua subterránea en zonas áridas y semiáridas;
- procurar evitar conflictos por los recursos hídricos entre la compañía y las necesidades de agua de las poblaciones locales, incluyendo su ganado y agricultura;
- asegurarse de que los recursos naturales que son responsabilidad de diferentes agencias (bosques, pastizales, agricultura, humedales, etc.) reciban una protección adecuada en los desarrollos que se proponen;
- asegurarse de que no se permitan desarrollos de industrias extractivas en las categorías más estrictas de áreas protegidas (Categorías I-IV de la UICN), y de que se establezcan medidas adecuadas de protección donde los desarrollos sean contiguos a áreas protegidas o se encuentren en lugares restringidos dentro de áreas protegidas menos estrictas.

### 5.3 Monitoreo

Es crucial el monitoreo del desempeño de las industrias extractivas con respecto a los procedimientos acordados para garantizar que quienes gozan de licencias o permisos rindan cuentas por sus acciones. Las siguientes orientaciones van destinadas a gobiernos, industrias y partes interesadas locales, cada uno de los cuales son considerados como socios importantes para cumplir con lo que requiere el monitoreo.

*Las agencias gubernamentales que otorgan licencias y hacen el monitoreo deben:*

- crear una comisión inter-agencias o un grupo directivo, en el que estén representadas todas las agencias pertinentes, quien detenta la licencia / permiso y otras partes interesadas, para supervisar las actividades para las que se otorgó licencia o permiso;

- definir indicadores para monitorear impactos en el medio ambiente, en la estructura social y en la salud y en la seguridad, en diferentes fases del proyecto, p.ej., estudio y exploración, valoración, producción y operación, cierre y rehabilitación/restauración;
- en los casos en que la información de base resulte inadecuada, pensar en otros estudios para complementar la información existente;
- asegurarse de que se realice un monitoreo regular de las condiciones ambientales y sociales, según lo programado;
- asegurarse de que se reúnan y analicen todos los informes de monitoreo;
- asegurarse de que se haga público un informe anual que resuma los resultados de las actividades de monitoreo.

*Las industrias extractivas deben:*

- preparar y poner en práctica políticas ambientales y sociales corporativas;
- crear una unidad que sea responsable por la gestión de aspectos ambientales y sociales, con autoridad para aplicar planes de gestión ambiental en el lugar;
- asegurarse de que los contratistas, subcontratistas y proveedores estén al tanto de las políticas ambientales y sociales de la empresa y de que una de las condiciones del contrato sea el cumplimiento de las mismas;
- informar y consultar a las agencias gubernamentales y comunidades locales cuando se solicitan licencias o permisos y en la ejecución de las actividades aprobadas, explicando el alcance de las diferentes actividades en cada fase y el trastorno que pueden conllevar;
- en la realización de las evaluaciones requeridas de impacto ambiental, tener especial cuidado de trabajar con comunidades y funcionarios locales, en los casos en que las actividades vayan a ser molestas o prolongadas o si existen susceptibilidades conocidas en la zona;
- preparar un plan de gestión ambiental (PGA) antes de comenzar cualquier actividad en el que se aborde: la conservación y reutilización de la capa superior del suelo; la disminución del polvo; la conservación y reutilización del agua; el manejo de desechos; la conservación de la biodiversidad; las áreas protegidas; las relaciones con comunidades locales y pueblos indígenas; la evaluación de riesgos de emergencias y la planificación para hacerles frente; y el cese de operaciones, el cierre y los planes de rehabilitación/restauración del sitio;
- respetar los derechos locales relativos al agua y tratar de tomar en cuenta a los usuarios actuales del agua, como comunidades locales, ganado y agricultura (si se trae el agua desde afuera, debe aplicarse una estrategia rigurosa de conservación de la misma);
- preparar planes de contingencia con el fin de responder ante condiciones cambiantes;
- habida cuenta del nexo entre emisiones de gases de efecto invernadero, cambio climático y desertificación, calcular las posibles emisiones de gases de efecto invernadero debidas a las actividades programadas y desarrollar mecanismos para la disminución de emisiones y/o para compensar por las mismas;

- asegurarse de que se respeten la propiedad de la tierra y los derechos de acceso así como la utilización de la tierra de parte de comunidades nómadas, seminómadas y sedentarias tradicionales y, donde fuera necesario, se proporcionen paquetes de compensación adecuada y equitativa a comunidades locales y/o propietarios de la tierras por los daños e inconvenientes debidos a las operaciones extractivas.

*Las ONG ambientales y de desarrollo deben:*

- recopilar y difundir información ambiental y social para concienciar acerca de aspectos particulares;
- colaborar con comités de partes interesadas, grupos directivos, etc., y apoyarlos;
- contribuir a investigaciones ambientales y a estudios de aspectos particulares de producción minera y petrolera en zonas áridas y semiáridas;
- ayudar a que las comunidades locales sepan negociar con las compañías extractivas.

*Las comunidades (tanto sedentarias como móviles), las organizaciones basadas en la comunidad y otras partes interesadas deben:*

- asegurarse de que los representantes comunitarios formen parte de comités de partes interesadas, grupos directivos y grupos de monitoreo;
- involucrarse en asuntos de salud y seguridad y en planes de contingencia por emergencias relacionadas con la exploración y extracción de petróleo, gas y minerales en áreas adyacentes a las comunidades;
- defender la restauración de lugares después del cierre para garantizar que sean seguros y de que los ecosistemas puedan ofrecer los bienes y servicios necesarios.

## Bibliografía escogida

- Adams, R. and Adams, M. (1979) *Drylands: Man and Plants*. St. Martin's Press, Nueva York.
- Allan, T. and Warren, A. (eds.) (1993) *Deserts — The Encroaching Wilderness*. A Mitchell Beazley World Conservation Atlas. Mitchell Beazley and IUCN - The World Conservation Union. Londres.
- African Development Bank and African Development Fund (1995) *Environmental Guidelines for Mining Projects*. ADB and ADF.
- Department of Minerals and Energy (1996) *Guidelines for Mining in Arid Environments*. Perth, Australia.
- Department of Minerals and Energy (1998a) *Guidelines on the Development of an Operating Manual for Tailings Storage*. Perth, Australia.
- Department of Minerals and Energy (1998b) *Guidelines to help you get Environmental Approval for Mining*. Perth, Australia.
- E&P Forum and UNEP (1997) *Environmental Management in Oil and Gas Exploration and Production*. UNEP IE/PAC Technical report 37, E&P Forum Report 2.72/254.
- E&P Forum (1997) *Principles for Impact Assessment: The Environmental and Social Dimension*.
- Harsh, L.N. and Tewari, J.C. (1993) Sand dune stabilization, shelterbelts and silvi-pastoral plantation in dry zones. In A.K. Sen and Amal Kar (eds.). *Desertification in Thar, Sahara and Sahel Regions*. Scientific Publishers, Jodhpur, pp. 269-279.
- Hassan Hassan and Dregne, H.E. (1997) *Natural Habitats and Ecosystems Management in Drylands: An Overview*. World Bank, Land Water and Natural Habitats Division.
- IUCN (1991) *Oil Exploration in the Tropics: Guidelines for Environmental Protection*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN and E&P Forum (1993a) *Oil and Gas Exploration and Production in Arctic and Sub-arctic Onshore Regions — Guidelines for Environmental Protection*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN and E&P Forum (1993b) *Oil and Gas Exploration and Production in Mangrove Areas — Guidelines for Environmental Protection*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Mainguet, M. (1994) *Desertification: Natural Background and Human Mismanagement*. 2nd edition. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Marcus, J.J. (ed.) (1997) *Mining Environmental Handbook*. Imperial College Press.
- McPhail, K. and A. Davy. (1998) *Integrating Social Concerns into Private Sector Decision-making. A Review of Corporate Practices in the Mining, Oil and Gas Sectors*. World Bank Discussion Paper 384 World Bank, Washington D.C.
- Middleton, N. and Thomas, D. (eds.) (1997) *World Atlas of Desertification*. 2nd edition. UNEP. Arnold, London.
- Pirot, J-Y, Meynell, P.J. and Elder, D. (2000) *Ecosystem Management: Lessons from Around the World. A Guide for Development and Conservation Practitioners*. IUCN, Gland Switzerland and Cambridge, UK.
- Rosenfeld, A.B. Gordon, D.L. and Guerin-McManus, M. (1997) *Reinventing the Well: Approaches to Minimizing the Environmental and Social Impact of Oil Development in the Tropics*. Conservation International.
- Squires, V.R. and Sidahmed, A.E. (eds.) (1998) *Drylands — Sustainable use of rangelands into the twenty-first century*. IFAD, Rome, Italy.
- World Bank (1998) *Sourcebook Update - Environmental Assessment of Mining Projects*. World Bank, Washington D.C.
- World Bank (1991) *Environmental Source Book. Volume 3: Guidelines for Environmental Assessment of Energy and Industry projects*. World Bank Technical Paper 154. Washington, D.C.

## Siglas

AGNU	Asamblea General de las Naciones Unidas
CAD	Comité de Ayuda al Desarrollo
CMMC	Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo
DAM	Drenaje ácido de minas
DRA	Drenaje de rocas ácidas
DRI	Desert Research Institute
EAE	Evaluación ambiental estratégica
EIA	Evaluación de impacto ambiental
EIS	Estrategia de impacto ambiental
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
Foro E & P	Foro sobre Exploración y Producción de la Industria Petrolera Internacional
ICME	Consejo Internacional sobre Metales y Medio Ambiente
ICMM	Consejo Internacional sobre Minería y Metales
IEB	Iniciativa sobre Energía y Biodiversidad
IIED	Instituto Internacional del Medio Ambiente y el Desarrollo
IPIECA	Asociación Internacional de Conservación de la Industria Petrolera
MMSD	Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible
OBC	Organización basada en la comunidad
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODI	Overseas Development Institute
OGP	Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas
ONG	Organización no gubernamental
PGA	Plan de gestión ambiental
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RIOD	Reseau Internacional d'ONG sur la Désertification
SGA	Sistema de gestión ambiental
UICN	Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales – Unión Mundial para la Naturaleza
UNCCD	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en Particular en África

## Siglas

UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNSO	Oficina de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

## Glosario

Abanico de aluvión	Formado cuando descienden corrientes de agua desde montañas por desfiladeros profundos hacia llanuras inferiores y depositan materiales rocosos.
Acuífero	Una formación o grupo de formaciones o parte de una formación que contiene suficiente material permeable saturado como para proporcionar cantidades significativas de agua a pozos y manantiales, de modo que esa unidad tenga valor económico como fuente de agua en esa región.
Agua producida	Agua procedente de un depósito natural de petróleo que se separa del petróleo y del gas en las instalaciones de producción.
Árido	Relación entre precipitación y evapotranspiración potencial de 0,05-0,20°; precipitación 50-200 mm en invierno, 100-300 mm en verano; vegetación escasa: arbustos leñosos, suculentas, pastos; pastoreo e irrigación, pero sin cultivos alimentados por lluvias.
Arranque de frente largo	Minería subterránea en donde los accesos y cortes transversales rodean un gran bloque que puede ser arrancado provocando el hundimiento de la superficie del terreno
Badlands	Áreas de poco o ningún valor económico, en general desprovistas de vegetación, con terreno escabroso y acceso deficiente. Con frecuencia presentan erosión fluvial.
Barreno	Hoyo taladrado en el que se coloca un explosivo para hacerlo estallar y que se utiliza como fuente de energía para producir actividad sísmica.
Capa superficial	La capa superficial del suelo, que es rica en humus y otras materias orgánicas.
Corteza de defensa	Capa delgada y oscura en la superficie formando por una combinación de lixiviación de hierro y manganeso procedentes de rocas y polvo subyacentes, y de la acción de líquenes y bacterias.
Degradada del suelo	Disminución o pérdida de productividad biológica o económica de la tierra. vivas y muertas; en general tiene una estructura suelta, desmoronadiza.
Desechos de minas	Residuos de roca muy triturados; material que se descarta una vez que se han extraído los minerales recuperables.
Desertificación	“La desertificación es la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultantes de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas” – según se acordó en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992, definición que adoptó luego la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD)
Erosión	La desintegración gradual de la superficie de los suelos debido a desgaste químico o físico.
Escorrentía	La parte de la precipitación que corre por la superficie en contraposición a ser absorbida.
Evapotranspiración	La suma de pérdida de agua tanto en plantas como en suelos, medida en un área determinada.
Extracción de agua	Rebajar el nivel hidrostático

Flotación	Una forma de concentración de ciertos minerales de ganga basada en su diferente reacción en la superficie a elementos químicos de floculación; se utiliza un reactivo que se adhiere al mineral elegido, que entonces emerge hacia la parte alta de la célula de flotación con aire inyectado, donde se lo puede colectar.
Fragmentos	Los fragmentos de roca que la perforadora desplaza y que salen a la superficie con el lodo de inyección.
Ganga	Roca que rodea a un mineral o piedra preciosa en su estado natural.
Hiperárido	La relación entre precipitación y evapotranspiración potencial es de <0,05 grados; precipitación <50mm en invierno, <100mm en verano; poca o ninguna vegetación; verdaderos desiertos climatológicos, p.ej. Sahara, Atacama (PNUMA 1992, Atlas Mundial de la Desertificación).
Lixiviación	Paso lento de un solvente a través de una capa de material poroso o triturado con el fin de extraer componentes valiosos; por ejemplo, se puede extraer oro mediante la lixiviación de pilas de mineral poroso o de desechos pulverizados.
Lixiviante	Sustancia química utilizada para lixiviar materiales in situ, como el uranio y el cobre. Puede ser ácido, básico o neutro y puede contener oxidantes.
Lodo de inyección	Fluido especial compuesto de una mezcla de arcilla, agua y sustancias químicas, que se bombea dentro de un pozo durante las operaciones de perforación para lubricar el sistema, remover los fragmentos y controlar la presión.
Metales	Material de alta capacidad reflectora y conductividad que normalmente se puede deformar plásticamente. También se refiere a elementos metálicos cuando están mezclados con otros elementos para formar compuestos no metálicos, como sales y óxidos.
Mina a cielo abierto	Mina en la superficie, expuesta a la luz solar, como una cantera.
Mineral	Sustancia que se produce por procesos de índole inorgánica; con frecuencia se incluyen ciertas sustancias de origen orgánico que se obtienen por minería, como el carbón y el ámbar.
Minería de placer	Extraer el contenido mineral de depósitos de arena y grava.
Molino/concentrador	Instalaciones de plantas en la superficie para el tratamiento del mineral
Pastizales	Tierras que tienen vegetación adecuada para que los animales pasten, pero que son demasiado áridas como para cultivarlas.
Pavimento desértico	La capa más superficial de piedras angulares que cubre la superficie del desierto; el polvo que va cayendo sobre estas piedras se va depositando debajo de la superficie por efecto del agua.
Placer	Depósito aluvial de arena y grava que contiene metales valiosos, como oro, estaño, etc.
Planta procesadora	que permite recuperar y eliminar metales o la concentración de minerales
Plataforma/Chimenea	Apertura rectangular o cilíndrica muy inclinada que se utiliza para ventilar o para transportar mineral, obreros o equipo; la pendiente suele ser de 45 grados, pero puede llegar hasta los 90 grados.
Playas	Depresión en la que se puede acumular agua de lluvia (también lago seco o batea). Normalmente son planas y sin vegetación; el agua puede permanecer por varias semanas después de la precipitación.



Producción	La fase de la industria petrolera en que se saca a la superficie los fluidos del pozo y se los separara, y también de almacenarlos, medirlos y en general de preparar el producto para el oleoducto.
Quema en antorcha	Quema controlada en la atmósfera de gases combustibles excedentes.
Refinado	Purificación de la materia prima o metal impuro. Se utiliza para obtener un metal puro o una mezcla con propiedades específicas.
Rehabilitación	Restablecimiento de parte de la productividad, estructura, función, función y procesos del ecosistema original.
Restauración	Recuperación de la estructura, función y procesos del ecosistema original.
Sabana	Clase de pastizal normalmente con árboles dispersos debido a que hay una estación lluviosa y otra seca y a incendios naturales frecuentes; típica de regiones subtropicales, en particular en África.
Salificación	La acumulación de sal en los suelos y en el agua hasta un nivel que produce degradación e impide que las plantas crezcan; se puede deber a la irrigación, ya que las sales que llegan con el agua permanecen en el suelo cuando esta se evapora.
Semiárido	Relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial es de 0,20-0,50 grados; precipitación de 200-500 mm en invierno, de 300-600 mm en verano; pastizales, matorrales y sabanas que sustentan el pastoreo y ciertos cultivos dependientes de la lluvia.
Sequía	Fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción de recursos de tierras.
Sobrecarga	Rocas y tierra que se retiran antes de comenzar la minería.
Subhúmedo seco	La relación de la precipitación y la evapotranspiración potencial es de 0,50-0,65 grados; >500 mm en invierno, 600-1200 mm en verano; pastizales, sabanas y tierras boscosas; cultivos alimentados por la lluvia y pastoreo.
Subsuelo	El suelo debajo de la capa superior; compactado, con poco o ningún material orgánico.
Terrazas	Terrazas a modo de peldaños tanto naturales como de hechura humana; las terrazas en minas a cielo abierto se van formando a medida que se eliminan capas sucesivas; las terrazas son también elementos de seguridad que sirven para detener rocas sueltas que comienzan a deslizarse por la ladera de una mina a cielo abierto.
Tierras secas	Áreas con baja precipitación anual, períodos prolongados de calor, baja humedad relativa y elevadas tasas de evaporación; incluye zonas clasificadas como hiperáridas, áridas, semiáridas y subhúmedas secas; estas zonas de aridez se delimitan sobre la base de un índice de aridez, que viene determinado por la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial.
Transpiración	La pérdida de vapor de agua en plantas terrestres.
Trashumancia	Migración estacional del ganado hacia tierras adecuadas para el pastoreo.
Vibroseis	Técnica para estudios sísmicos que utiliza grandes vehículos dotados de placas vibratoras para producir ondas de choque.

## Anexo 1. Métodos de procesamiento de minerales y emisiones/desechos

Materiales y productos típicos	Requisitos típicos del proceso	Métodos del proceso	Emisiones y desechos en el proceso	Aspectos ambientales potenciales
<b>Aluminio</b>				
De bauxita; numerosas calidades de alúminas y sus productos fusionados basados en una combinación de pureza química, p.ej. metal de aluminio, trihidrato de aluminio (relleno) y alumbre	Refinado o fundición, de ordinario fuera del sitio, en un área adecuada para transporte masivo con generación natural barata de energía eléctrica, p.ej. energía hidroeléctrica	Trituración, digestión, NaOH caliente, clarificación, precipitación, calcinación y fundición	Desechos inicialmente a 800°C, soda cáustica, hierro y arcillas modificadas, SO <sub>2</sub> y CN	Mayor demanda de energía en el área del procesamiento, cuestiones de transporte masivo, estanques de desechos
<b>Oro</b>				
Oro primario encontrado en venas de cuarzo, oro secundario clasificado como placeres; oro de pureza variable utilizado en una serie de industrias (subproducto de la minería del cobre)	Mina profunda, extracción en gran escala en la superficie, minería hidráulica de depósitos de superficie, tratamiento de vertidos superficiales con mercurio y dragado de placeres desde una barcaza equipada con un brazo	Lixiviación con cianuro, tiourea, tiosulfato, bromo, cloro y posibles alternativas de yodo al cianuro; el mercurio se mezcla con el oro, que es calentado, el mercurio se evapora para que quede solo el oro	Cianuro liberado, complejos metálicos de cianuro, mercurio evaporado	Degradación de la tierra, polución de la atmósfera, suelos, cieno y agua debido a sustancias químicas dañinas
<b>Plata</b>				
Se encuentra en minerales sulfurosos, subproducto de la minería de cobre, zinc y plomo	Minería de superficie, subterránea y experimental	Cianuración, elución, extracción por electrólisis/preparación de zinc, trituración, flotación del metal base y fusión	Agua de mina, recubrimiento/roca estéril, soluciones de procesamiento agotadas, colas y mineral agotado	Contaminación de suelos y del agua de superficie y subterránea
<b>Plomo/zinc</b>				
Normalmente se extraen juntos; se encuentran en una serie de minerales, incluyendo sulfuros, óxidos y silicatos	A cielo abierto cerca de la superficie, gran tonelaje, rápido, barato; extracción de filones/depósitos de mineral	Triturado por debajo de la superficie o dentro del tajo abierto; molienda, flotación, sinterización y fusión	Agua de mina, sobrecarga, desechos rocosos, residuos y escorias; posible contaminación debido a metales pesados	Cielo abierto, destrucción de tierras a gran escala, ruido, polvo, etc.; drenaje ácido de minas
<b>Hierro</b>				
Se encuentra como hematina, goetita y magnetita; utilizado en una serie de industrias	Minería a cielo abierto en gran escala; algunas explotaciones subterráneas	Trituración, separación magnética, separación por gravedad, flotación aglomeración y altos hornos	Agua de minas, sobrecarga/desechos de rocas, residuos y escorias	Desarrollo de sitio grande a cielo abierto, transporte masivo; drenaje de agua de mina

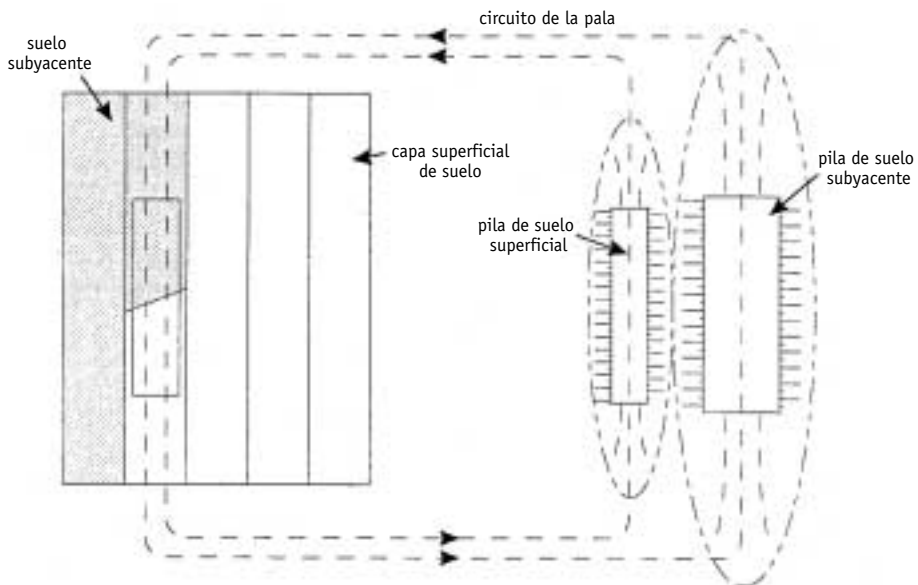
Materiales y productos típicos	Requisitos típicos del proceso	Métodos del proceso	Emisiones y desechos en el proceso	Aspectos ambientales potenciales
<b>Cobre</b> Se encuentra en porcentajes bajos como sulfuros, óxidos y carbonatos en otros minerales; utilizado en aleaciones, pinturas y galvanización de metales base	Minería a cielo abierto en muy gran escala	Trituración, flotación, fundición, lixiviación ácida; recuperación de electrólisis y precipitación/fundición del hierro	Agua de mina, sobrecarga/roca estéril, colas, chatarra, mineral agotado y soluciones de lixiviación agotadas	Desarrollo de sitio grande a cielo abierto, cuestiones de transporte masivo, ruido, polvo, contaminación de suelos superficiales y sedimentos
<b>Arena</b> Se utilizan silicatos en una serie de industrias, desde químicas hasta de la construcción	Minería a cielo abierto profunda	Trituración, separación, lavado para remover arena fina, clasificación, extracción de agua y lixiviación para remover impurezas, y secado	Sobrecarga, colas y soluciones de procesamiento agotadas	Transporte masivo, eliminación de soluciones del proceso agotadas y arenas finas
<b>Diamantes</b> Mineral de carbono a alta presión, utilizado en joyería, pulido y taladros	Depósitos de placeres, extracción de mina profunda (tubos kimberlite)	Pasado por tablas engrasadas para desprender las gemas	Estanques de desechos, pilas de escombros, generación de lixiviación	Casquillos dañados descartados
<b>Sal</b>	Inyección de agua a través de pozos en el depósito de sal o rocas de sal; se extrae la salmuera y se la evapora o se transporta a una planta de procesamiento químico  Minería de sal de rocas utilizando técnicas de cámara y pilar; explosiones subterráneas, métodos de extracción por descalzamiento y perforación	Las soluciones salinas se secan o las salmueras se envía por tuberías directamente a una planta química (pozos cautivos de salmuera) para producción cloro-alcalina u otra clase de producción química  Minería de rocas de sal: triturado, criba para remover finos y embolsado	Generación de depósitos de finos	Hundimiento del terreno debido a la formación de cavidades de disolución

Materiales y productos típicos	Requisitos típicos del proceso	Métodos del proceso	Emisiones y desechos en el proceso	Aspectos ambientales potenciales
<p><b>Bórax</b></p> <p>Mineral complejo de borato que se encuentra en lagos desecados y otros depósitos evaporados; se utiliza en cerámica y medicina; los minerales boratados se extraen primordialmente por el boro</p>	<p>Minería subterránea por cámaras y pilares utilizando una combinación de equipos convencionales de extracción de frente corto y continuo; también se extrae por disolución in situ y minería a cielo abierto</p>	<p>Extraído, triturado, cribado y procesado</p>	<p>Residuos de estanques de desechos</p>	<p>Cuestiones de transporte masivo</p>
<p><b>Carbón</b></p> <p>Varias calidades de carbón desde antracita hasta bituminoso; utilizado para generación de energía e industrias químicas</p>	<p>A cielo abierto o minas de profundidad</p>	<p>Extraído, escogido, lavado, flotación y procesos químicos para remover cenizas y sulfuro antes de quemarlo, triturado y clasificado</p>	<p>Grandes pilas de escombros, drenaje de agua de minas, estanques de desechos</p>	<p>Hundimiento debido a extracción en profundidad, drenaje de agua de minas y gases de minas</p>
<p><b>Fosfato</b></p>	<p>Minería de superficie</p>	<p>Lavado para remover materiales de sobrecarga, flotación, secado para producir piedras de fosfato; concentrado húmedo utilizado para producir ácidos fosfóricos y fosfato de diamonio</p>	<p>Arcilla y tierra de la planta de prelavado a estanque de desechos, arena utilizada para rellenar cortes en la mina; aguas del proceso de fosfosulfato de calcio</p>	<p>Cuestiones de transporte masivo y fallos en estanques de desechos que contaminan agua de superficie y subterránea</p>
<p><b>Uranio</b></p> <p>Presente en la mayor parte de tipos de rocas, predominantemente ígneas y sedimentarias</p>	<p>Extracción minera o lixiviación ácida (a veces realizada in situ donde los depósitos son permeables, p.ej. arenisca)</p>	<p>Tratamiento primario en la mina, triturado y digestión ácida, extracción con solventes, precipitación y secado, transporte a la planta procesadora; rediseñado, descompuesto en forma térmica, fundido para formar metal de uranio y escoria de <math>MgFl_2</math></p> <p>Enriquecido, calcinado para producir <math>UO_2</math></p>	<p>Partes dañadas y escoria de <math>MgFl_2</math></p>	<p>Degradación de la tierra alrededor de la mina, transporte y eliminación de desechos radioactivos</p>

## Anexo 2. Técnicas para retirar y almacenar la capa superior del suelo

- Deben conservarse franjas amortiguadoras de vegetación siempre que resulte posible.
- Las capas superiores del suelo deben reutilizarse lo antes posible dentro de las limitaciones operativas.
- Tener en cuenta la posibilidad de recuperar en forma secuencial las capas superiores del suelo, lo cual permite colocar el suelo de áreas que se están alistando para ser explotadas directamente en áreas que se deben restaurar. Con una planificación cuidadosa, esta técnica puede minimizar los costos de manejo.
- Situar las pilas de suelo cerca de los lugares donde es probable que se lo reutilizará. Asegurarse de que no queden aisladas y resulten inaccesibles como resultado de otras operaciones, o de que no puedan contaminarse.
- De ser posible, las capas superiores del suelo y las subyacentes no deben quitarse o volver a extenderlas si están muy húmedas o muy secas. Un contenido de humedad de entre 15 y 20% de capacidad de retención de agua suele ser lo óptimo para trasladar tierra.
- Se puede perder una proporción importante de las limitadas capas superiores del suelo de tierras áridas y semiáridas durante operaciones de despeje de terrenos cuando la vegetación de superficie se apila en hileras bajas. Para minimizar la pérdida de capas superiores de valioso suelo, las excavadoras pueden estar dotadas de un rastrillo de raíces para permitir que la vegetación leñosa y las raíces puedan ser apiladas en hileras bajas sin quitarles la tierra.
- Donde se pueda disponer de ellos, las palas de arrastre son los medios más eficientes para trasladar capas superiores de suelo. Los recorridos de las palas deben planificarse de modo que se minimice la compactación de las capas superiores del suelo (Ilustración 10).

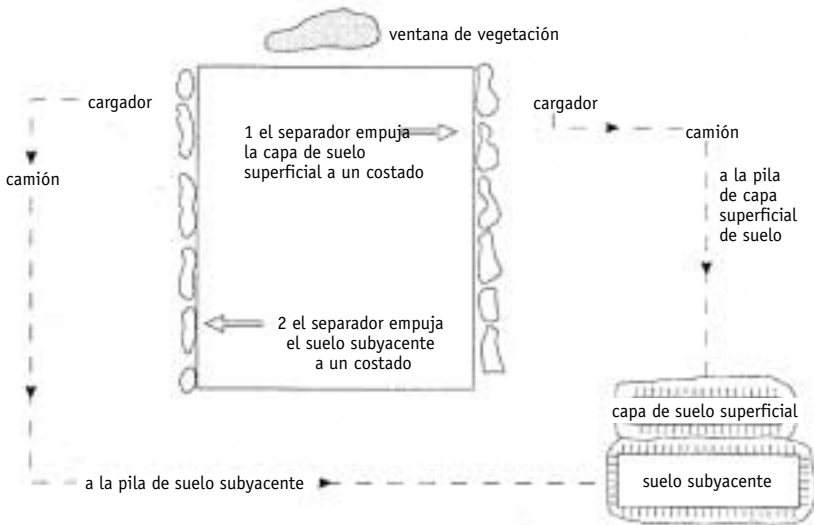
### Ilustración 10. Remoción de la capa superior de suelo con palas de arrastre



Fuente: Department of Minerals and Energy, Western Australia, 1996. *Guidelines for Mining in Arid Environments*

- Donde se deban utilizar aparatos clasificadores, cargadores y camiones, se puede evitar la compactación debida a otra maquinaria pesada si el clasificador empuja la capa superior del suelo hacia los lados del área que se está despejando para desde allí cargarla en camiones. También se pueden utilizar rutas alternativas para acceder a las pilas de las capas superiores y subyacentes del suelo (Ilustración 11).

**Ilustración 11. Remoción de la capa superior de suelo sin palas de arrastre**



Fuente: Department of Minerals and Energy, Western Australia, 1996. *Guidelines for Mining in Arid Environments*.

- Las capas superiores y subyacentes del suelo deben acumularse en pilas diferentes. Para evitar que haya compactación y descomposición en la estructura y viabilidad biológica de los suelos, las pilas de capas superiores del suelo no deben superar un metro de altura. Las pilas de suelo subyacente pueden ser de cualquier tamaño. Cuando solo hay pequeñas cantidades de capa superior, se pueden ubicar en pilas bajas en forma ondulada para maximizar la aireación.
- Al completar la pila de capa superior del suelo, debe removerse con una horquilla hasta llegar al fondo de la pila para ayudar a que se airee, a que drene y a que las raíces penetren.
- Debe fomentarse la revegetación natural con el fin de mantener la viabilidad de los organismos y de plántulas que haya en la pila, y para prevenir la erosión eólica e hídrica.
- Aunque las pilas de capa superior del suelo pueden convertirse en una fuente de polvo fugitivo durante condiciones ventosas de la estación seca, no se debe utilizar agua para evitar el polvo. Incluso el agua poco salina producirá acumulación de sal que disminuirá en mucho el valor del recurso para revegetación. En el caso de que hubiera que mantener las pilas por mucho tiempo, o de que pudieran causar excesiva molestia debido al polvo, se las puede cubrir con un poco de grava fluvial o cantos rodados, o sembrarlas con hierbas autóctonas o con especies para cubierta vegetal.

### Anexo 3. Tecnologías biorreparadoras

- Bioventilación: el proceso de airear suelos para estimular in situ la actividad biológica y favorecer la biorreparación.
- Añadido de nitrato: el proceso de agregar nitrato que puede actuar como un receptor alterno de electrones bajo concentraciones bajas o insignificantes de oxígeno para favorecer la biorreparación.
- Añadido de peróxido de hidrógeno: el proceso de inyectar peróxido de hidrógeno para que sirva como fuente de oxígeno para superar condiciones anaeróbicas y estimular in situ la actividad biológica y favorecer la biorreparación.

Una combinación de técnicas bien establecida es el “landfarming”. El petróleo y los detritos se esparcen por toda una área de tierra y el petróleo se biodegrada debido a la acción de microorganismos. Una vez se ve que el petróleo se ha degradado, el suelo está en condiciones de sustentar una amplia variedad de plantas, incluyendo árboles y pastos.

Para que el petróleo se biodegrade, primero debe mezclarse con un sustrato húmedo. Puede tomar hasta tres años para que la mayor parte del petróleo se descomponga, aunque con frecuencia se puede abreviar este tiempo mediante la aireación y la aplicación de fertilizantes. Debido a que se necesita agua, el empleo de esta técnica puede verse limitada bajo condiciones áridas.

Es probable que el “landfarming” resulte factible solo en franjas relativamente pequeñas debido a que requiere mucha tierra. Lo ideal es que la tierra que se escoja sea impermeable, de escaso valor y ubicada muy lejos de las fuentes de agua potable. Una vez que se haya degradado el petróleo, el terreno puede llegar a sustentar una amplia variedad de plantas, incluyendo árboles y pastos. En cuanto a la contaminación de la superficie, se logra mantener un suministro adecuado de oxígeno mediante el laboreo. La profundidad máxima de laboreo es de unos 40 cm. Si la zona de contaminación es más profunda, tendrán que utilizarse otras tecnologías, como el bioventeo, el composteo o el empleo de biopilas. Todas ellas requieren aireación mediante un suministro externo de aire a presión.

La biodegradación de tierras muy desgastadas que están contaminadas con frecuencia avanza en forma muy lenta. Esto se debe a menudo a problemas con la transferencia masiva de oxígeno, agua y otros nutrientes limitantes. La estructura del terreno y la cantidad de petróleo y de residuos de petróleo presentes pueden inhibir todavía más la transferencia de nutrientes esenciales hacia comunidades microbianas autóctonas capaces de degradar estos agentes contaminantes. En tales casos, métodos de biorreparación ex situ, como las biopilas, pueden resultar más útiles. En este proceso se excavan las tierras contaminadas y se colocan sobre una base impermeable para formar una pila de suelo. La pila se construye de forma que permita la biorreparación aeróbica por aireación mediante conductos perforados conectados a un ventilador, a una bomba de succión o a una bomba barométrica. Con frecuencia en las biopilas se construyen un sistema de recolección de lixiviados para agregar humedad. Se pueden agregar nutrientes de manera directa al lixiviado para lograr una distribución uniforme.

#### **Anexo 4. Pasos en la preparación de un plan de gestión de residuos**

**Paso 1:** Se debe obtener la aprobación por parte de la gerencia y el apoyo para el plan. La gerencia debe estar al tanto de la cronología y del alcance del plan. Debe definirse las metas del plan, con objetivos mensurables para cada meta.

**Paso 2:** Definición del área -una descripción del área geográfica y de las actividades operativas.

**Paso 3:** Identificación de residuos -El personal de operaciones debe identificar todos los residuos que se generarán en el área definida para cada actividad. Debe prepararse una breve descripción de cada residuo (fuentes, componentes, contenido hídrico, contenido de petróleo, volumen y estabilidad).

**Paso 4:** Análisis normativo Deben analizarse la legislación y normas internacionales, regionales y nacionales para determinar prácticas de gestión apropiadas. También deben identificarse los casos en que las normas no definen de manera adecuada las prácticas de gestión.

**Paso 5:** Categorización de residuos -Deben identificarse las propiedades físicas, químicas y tóxicas de cada residuo mediante Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales (HDSM), información de los fabricantes, conocimiento del proceso, información histórica y análisis de laboratorio. Se pueden agrupar los residuos según sus peligros ambientales y para la salud.

**Paso 6:** Evaluación de la gestión de residuos y de las opciones para su eliminación -Deben compilarse las opciones de gestión para residuo, las que deben ser analizadas por el personal y los gerentes de operaciones pertinentes. La evaluación debe incluir consideraciones ambientales, ubicación, limitaciones en cuanto a ingeniería, restricciones impuestas por las normas, factibilidad operativa, aspectos económicos y responsabilidad civil potencial a largo plazo.

**Paso 7:** Minimización de residuos -Deben evaluarse el volumen de los residuos, la disminución de toxicidad, el reciclaje y la recuperación. El plan de gestión de residuos debe revisarse para reflejar cualquier práctica de minimización que se aplique.

**Paso 8:** Selección de las prácticas preferidas de gestión de residuos -Debe escogerse la mejor práctica para la operación y ubicación de que se trate. Deben considerarse el análisis del ciclo total, incluyendo utilización, almacenamiento, tratamiento, transporte y eliminación.

**Paso 9:** Aplicación del plan de gestión de residuos -La gestión de residuos y las opciones para la eliminación de cada uno de ellos deben compilarse en un solo plan general de gestión de residuos.

**Paso 10:** Revisión y actualización del plan -La gestión efectiva de residuos es un proceso permanente. El plan debe revisarse cada vez que identifiquen prácticas u opciones nuevas de gestión. Debe establecerse un procedimiento para la revisión y actualización y se deben modificar las prácticas para reflejar cambios en las tecnologías, necesidades y normas.

Fuente: E&P Forum. 1993. *Waste Management Guidelines*

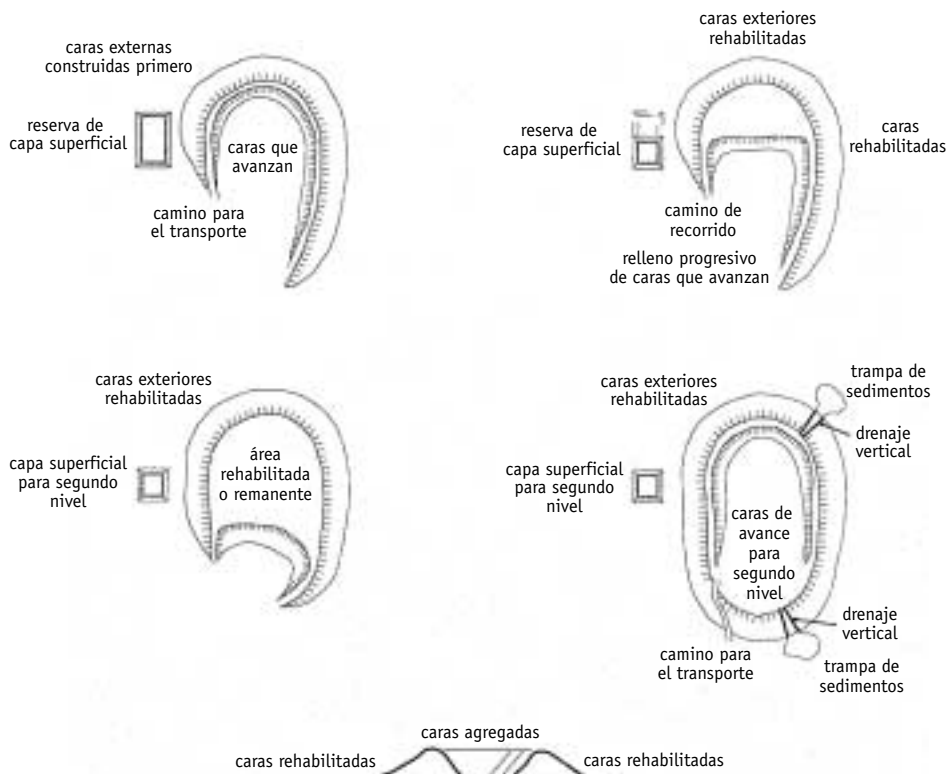


## Anexo 5. Construcción de vertederos des desechos

Hay tres aspectos ambientales clave relacionados con la construcción de vertederos des desechos: control de la erosión; contención de contaminantes; y aspectos relativos al paisaje y visuales. El primer paso en la construcción de un vertedero des desechos es determinar el volumen aproximado de material a desechar y el área del terreno disponible para ello. Esto condicionará la forma y tamaño finales del vertedero. En áreas áridas y semiáridas, es fundamental el control de la erosión mediante una buena gestión de laderas y drenajes para prevenir daños, degradación de suelos y liberación de contaminantes cuando se da el caso de lluvias, en particular donde haya posibilidad de drenaje de rocas ácidas (DRA) o de descarga de metales y de otros agentes contaminantes (Ilustración 12).

En general, costo-beneficio es más efectivo si se le da la forma final al vertedero a medida que se acumulan los desechos, en lugar de tener que duplicar el movimiento de grandes cantidades de material y de correr el riesgo de quedarse sin espacio. Una técnica ya probada es la de construir a medida que se vayan vertiendo los desechos.

### Ilustración 12. Construcción de un vertedero para ser restaurado de forma progresiva



Fuente: Department of Minerals and Energy, Western Australia, 1996. *Guidelines for Mining in Arid Environments*

- Construir primero las taludes que miran hacia fuera depositando desechos inicialmente en una a dos terceras partes del contorno, lo cual deja espacio para expandirse si hiciera falta.
- Para poder controlar el drenaje durante las lluvias, los rebordes deben estar en pendiente hacia el vertedero con un pequeño terraplén a lo largo del borde exterior para reducir el desbordamiento.
- Los drenajes deben excavarse en los vertederos rocosos de desechos para garantizar que estén por debajo de la pendiente del vertedero después de que se hayan colocado las rocas. Deben construirse terraplenes laterales para dirigir la escorrentía hacia los drenajes. Para impedir la erosión del canal de drenaje de agua, el mismo debe tener un revestimiento de roca, una malla firmemente anclada, una vieja cinta transportadora, tubería semicircular o canaletas de concreto.
- Una vez que la cara exterior ya esté completa, debe comenzarse de inmediato la restauración. Esto ayuda a disminuir el tiempo de almacenaje de la capa superior de suelo. Se puede continuar con el relleno progresivo a lo largo de las caras internas del reborde. Una vez que el vertedero esté completamente lleno, puede pensarse en comenzar un segundo nivel.

Blindar con rocas: donde se disponga de rocas resistentes a la erosión, se pueden utilizar para blindar partes muy erosionables o químicamente hostiles del vertedero de desechos. Si se fuera a utilizar el blindaje con rocas, las pendientes que miran hacia fuera pueden generalmente ser más inclinadas, aunque no deben exceder los 30° o menos según sean las características geotécnicas del material de desecho.

Recorte de curvas de nivel: en entornos áridos, la estructura del suelo debe resistir la compactación, sobre todo en el área de las raíces, mejorar la filtración y la lixiviación de suelos y poder recoger agua de lluvia y de escorrentía. Para los terrenos de grandes minas, se recomienda el recorte de manera que:

- el recorte se haga hasta la profundidad adecuada para anclar la capa superior/subsuelo en el material de desecho subyacente;
- en las pendientes, las líneas de ripado deben estar situadas en la curva de nivel. El recorte de curvas de nivel es difícil por encima de los 14° y en general no resulta posible por encima de los 20°.

El gestoneo – es una técnica adecuada para pendientes más pronunciadas (entre 15° a 27°). Utiliza el enclavamiento por bancos o palas de contención de material, del tamaño adecuado a la pendiente, al material de desecho y a la maquinaria disponible (Ilustración 13). Mejora la estructura del suelo, disminuye la erosión por agua y viento y permite crear pequeñas microcuencas que ofrecen un nicho para que se establezca la vegetación. Existen varios requisitos para que esta técnica funcione de manera efectiva:

- el desarrollo de los festones debe comenzar al pie de la pendiente e ir ascendiendo hacia afuera y hacia la cresta;

- es importante que las nuevas hileras hacia arriba de la pendiente se construyan cerca de la hilera anterior y con desfase transversal de un 50% para cerrar el entramado de los bancos en conjunto;
- en las pendientes prolongadas pueden ser necesarias hileras de bancos continuos para evitar la erosión de toda la ladera.

Si el vertedero se construye de manera adecuada y se revegeta o blinda, no requerirá mantenimiento y podrá resistir las fuerzas erosivas naturales.

Contención de contaminantes: el drenaje de rocas ácidas, los metales y los contaminantes procedentes de materiales de desecho pueden producir efectos graves y persistentes en la vegetación y en las aguas subterráneas. En ambientes áridos, estos problemas pueden no manifestarse por varios años. Si la caracterización de los desechos sugiere un problema potencial, deben tomarse las siguientes medidas:

- caracterización adicional, incluyendo pruebas estáticas;
- evaluación rigurosa de la estabilidad, del drenaje y de sistemas de cobertura de los sitios de eliminación y de las propuestas de restauración/rehabilitación;
- planes de monitoreo y de gestión para prevenir impactos adversos durante y después de la vida del proyecto;
- medidas para minimizar el riesgo de contaminación de las aguas de superficie o subterráneas, incluyendo el control de la fuente, el control del recorrido y la corrección en el receptor.

**Ilustración 13. Festoneo o paisajismo lunar**

montículos separados de 8 m y de 1,5 m de profundidad aproximadamente longitud y altura de la lámina D-9



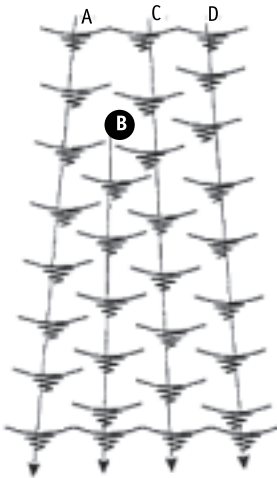
correcto:  
la erosión queda dentro de los cráteres con filas continuas hasta la base



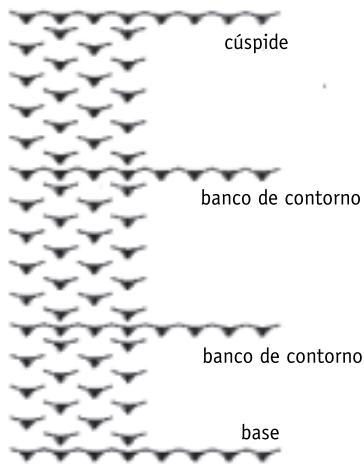
equivocado:  
la erosión atraviesa los cráteres a lo largo de la pendiente



pendiente curva: fila corta B para "atar" el festón



festoneado sobre pendiente larga mostrando filas de paredes continuas para control adicional



Fuente: Department of Minerals and Energy, Western Australia. 1996. *Guidelines for Mining in Arid Environments*.

**Anexo 6. Organizaciones claves**

Organización	Dirección	Página web
Banco Mundial (Mining and Industry Unit and Dryland Management/Combating Desertification Thematic Group)	1818 H Street, N.W. Washington, DC 20433 Estados Unidos Tel: (202) 473-1000 Fax: (202) 477-6391	<a href="http://www.worldbank.org">www.worldbank.org</a>
Centre for Energy, Petroleum and Mineral Law and Policy (afiliado a la Universidad de Dundee)	CEPMLP, University of Dundee, Dundee, DD1 4HN, Escocia Tel: 44 (0)1382 344300 Fax: 44 (0)1382 322578	<a href="http://www.dundee.ac.uk">www.dundee.ac.uk</a>
Centre for Sustainable Development	Centre for Sustainable Development, University of Westminster, 35 Marylebone Road, London, NW1 5LS Tel: 020 7911 5000 Fax: 020 7911 5057	<a href="http://www.wmin.ac.uk/cfsd">www.wmin.ac.uk/cfsd</a>
Club du Sahel	2, rue André Pascal, F-75775 Paris Cedex 16, Francia. Tel: 33 1 45 24 82 00	<a href="http://www.oecd.org/sah">www.oecd.org/sah</a>
Conservation International	1919 M Street, NW Suite 600, Washington, DC 20036. Tel: (202) 912-1000	<a href="http://www.conservation.org">www.conservation.org</a>
Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación	UNCCD Secretariat, P.O. Box 260129, Haus Carstanjen, D-53153 Bonn, Alemania Tel: (49-228) 815-2802 Fax: (49-228) 815-2898/99	<a href="http://www.unccd.int/main.php">www.unccd.int/main.php</a>
Desert Research Institute (DRI)	Northern Nevada Science Center, 2215 Raggio Parkway, Reno, Nevada 89512 - Estados Unidos Tel: (775) 673 7300	<a href="http://www.dri.edu">www.dri.edu</a>
Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)	Avenue du Mont-Blanc, 1196 Gland, Suiza Tel: 41 22 364 91 11	<a href="http://www.panda.org">www.panda.org</a>
Global Mining Initiative	Global Mining Initiative, c/o 6, St James's Square, London SW1Y 4LD Tel: 44 (0) 207753 2273	<a href="http://www.globalmining.com">www.globalmining.com</a>
Organización para el Desarrollo Industrial	Vienna International Centre, P.O. Box 300, A-1400 Vienna, Austria Tel: 43 (1) 26026-0 Fax: 43 (1) 2692669	<a href="http://www.unido.org">www.unido.org</a>
Institute of Environmental Management and Assessment (IEMA)	IEMA, St Nicholas House, 70 Newport, Lincoln LN1 3DP Tel: 44 (0)1522 540069 Fax: 44 (0)1522 540090	<a href="http://www.iema.net">www.iema.net</a>

International Arid Lands Consortium (IALC)	1955 E. 6th St., Tucson, AZ 85719 Estados Unidos Tel: 520- 621-3024; Fax: 520-621-7834	<a href="http://www.ag.arizona.edu/OALS/IALC/Home.html">www.ag.arizona.edu/OALS/IALC/Home.html</a>
International Association of Impact Assessment	1330 23rd Street South, Fargo, ND, 58103 - Estados Unidos Tel: 701-297-7908; Fax: 701-297-7917	<a href="http://www.iaia.org">www.iaia.org</a>
International Association of Oil and Gas Producers (OGP). (Anteriormente, E&P Forum)	25/28 Old Burlington Street, London W1S 3AN, Reino Unido Tel: 44 (0) 20 7292 0600 Fax: 44 (0) 20 7434 3721	<a href="http://www.ogp.org.uk">www.ogp.org.uk</a>
International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD)	International Environment House, Chemin des Anémones 13, 1219 Châtelaine, Geneva, Suiza Tel: (41-22) 917-8492; Fax: (41-22) 917-8093	<a href="http://www.ictsd.org">www.ictsd.org</a>
International Council on Mining and Metals (ICMM)	International Council on Mining and Metals, 3rd Floor, 19 Stratford Place, London W1C 1BQ Tel: 44 (0) 20 7290 4920	<a href="http://www.icmm.com">www.icmm.com</a>
International Development Research Centre (IDRC)	PO Box 8500, Ottawa, ON K1G 3H9, Canadá Tel: 1 (613) 236 6163	<a href="http://www.idrc.ca">www.idrc.ca</a>
Corporación Financiera Internacional (CFI)	2121 Pennsylvania Ave. NW, Washington, DC 20433 Estados Unidos Tel: 202-473-0725 Fax: 202-974-4323	<a href="http://www.ifc.org/mining">www.ifc.org/mining</a>
International Institute for Environment and Development (IIED)	3 Endsleigh Street, London WC1 0DD Tel: 44 (0) 207 388 2117 Fax: 44 (0) 207 388 2826	<a href="http://www.iied.org">www.iied.org</a>
International Network for Environmental Management (INEM)	Osterstrasse 58, 20259, Hamburg, Alemania Tel: 49-40-4907-1600 Fax: 49-40-4907-1601	<a href="http://www.inem.org">www.inem.org</a>
International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA)	2nd Floor, Monmouth House, 87-93 Westbourne Grove, London W2 4UL Tel: 44 (0) 207 221 2026 Fax: 44 (0) 207 229 4948	<a href="http://www.ipieca.org">www.ipieca.org</a>
Mineral and Energy Policy Centre	7th Floor, Block 9, 200 Hans Strijdom Drive, Randburg. - Sudáfrica Tel: 27 (0) 11 709 4665 Fax: 27 (0) 11 709 4595	<a href="http://www.mepc.org.za">www.mepc.org.za</a>
Mineral Industry Research Organisation (MIRO)	1 City Square, Leeds, Yorkshire LS1 2ES, Reino Unido Tel: 44 (0) 113 300 2040 Fax: 44 (0) 113 300 2640	<a href="http://www.miro.co.uk">www.miro.co.uk</a>

Mineral Information Institute	501 Violet Street, Golden, CO 80401, Estados Unidos Tel: 303/277-9190 Fax: 303/277-9198	<a href="http://www.mii.org/recl.html">www.mii.org/recl.html</a>
Mineral Policy Institute	PO Box 89, Erskineville, NSW 2043, Australia Tel: (61 2) 9557 9019 Fax: (61 2) 9557 9822	<a href="http://www.mpi.org.au">www.mpi.org.au</a>
Mineral Resources Forum	c/o UNCTAD, Palais des Nations, E-Building, Geneva, Suiza Tel: 42-22-907-1234	<a href="http://www.mineralresourcesforum.org">www.mineralresources Forum.org</a>
Mining and Energy Research Network (Warwick University Business School)	Warwick Business School, The University of Warwick, Coventry, CV4 7AL, Reino Unido Tel: 44 (0) 24 7652 4306 Fax: 44 (0) 24 7652 3719	<a href="http://www.users.wbs.ac.uk/group/mern">www.users.wbs.ac.uk/ group/mern</a>
Mining Minerals and Sustainable Development	1A Doughty Street, London, WC1N 2PH Tel: 44 (0) 20 7269-1630 Fax: 44 (0) 20 7831-6189	<a href="http://www.iied.org/mmsd">www.iied.org/mmsd</a>
Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)	2, rue André Pascal, F-75775 Paris Cedex 16, Francia. Tel: 33 1.45.24.82.00	<a href="http://www.oecd.org">www.oecd.org</a>
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina para la Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNSO)	304 East 45th Street, New York NY 10017 Estados Unidos Tel: 1 212 906 6497 Fax: 1 212 806 6345	<a href="http://www.undp.org">www.undp.org</a>
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)	United Nations Avenue, Gigiri, PO Box 30552, Nairobi, Kenya Tel: 254 2 621234 Fax: 254 2 624489/90	<a href="http://www.unep.org">www.unep.org</a>
Reseau International des ONG sur la Désertification (RIOD)	4837 Rue Boyer, Suite 250, Montréal, Québec, Canadá H2J 3E6 Tel: (514) 522-6077 Fax: (514) 522-2370	<a href="http://www.riodccd.org">www.riodccd.org</a>
Unión Mundial para la Naturaleza (UICN)	UICN – Unión Mundial para la Naturaleza Rue Mauverney 28, 1196 Gland, Suiza Tel: 41 (22) 999-0000 Fax: 41 (22) 999-0002	<a href="http://www.iucn.org">www.iucn.org</a>
World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)	160 Rue de Florissant, CH-1231, Conches, Geneva, Suiza Tel: 41 22 839 3100 Fax: 41 22 839 3131	<a href="http://www.wbcsd.ch">www.wbcsd.ch</a>

## Anexo 7. Información sobre sitios web

Desert Research Foundation of Namibia (DRFN)

<http://www.drfn.org.na/siteMap.html>

*La DRFN es un centro de estudios de tierras áridas que realiza y facilita investigación apropiada, participativa y aplicada, de corto y largo plazo, sobre el medio ambiente. Las publicaciones impresas solo están disponibles en la DRFN. Éstas tratan primordialmente de la gestión hídrica, pero hay algunos documentos de investigación sobre indicadores de desertificación y sobre protección biológica.*

---

Desert Research Institute (DRI), Nevada

<http://www.dri.edu>

*El DRI realiza investigación ambiental básica y aplicada referente a tierras secas en los ámbitos local, nacional e internacional.*

---

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

<http://www.fao.org/desertification/default.asp?lang=en>

*Base de datos en la que se puede buscar por temas, fecha de publicación y título. Publicaciones acerca de todos los aspectos de desertificación, agricultura, silvicultura, gestión de suelos y del agua y desarrollo sostenible en tierras áridas. Permite enlazar con páginas web y bases de datos nacionales sobre desertificación en las que se pueden encontrar enlaces con otros sitios relacionados con la desertificación.*

---

International Arid Lands Consortium (IALC)

<http://ag.arizona.edu/OALS/IALC/links/desert.html>

*Enlaza con una serie de sitios sobre desertificación y sequía.*

---

Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola

<http://www.ifad.org/pub/cat/cat.htm>

*Catálogo de libros y folletos sobre desertificación, incluyendo "Hacer frente a la degradación de la tierra y a la desertificación".*

---

International Institute for Environment and Development (IIED) Drylands Development Programme

<http://www.iied.org/drylands/index.html>

*Información acerca de sitios sobre desertificación con los que se puede enlazar. Se pueden bajar documentos sobre temas referentes a tierras secas. Se centra en África y en temas de gestión de recursos naturales y de tenencia de la tierra.*

---

Centre for Arid Zone Studies (CAZS), University of Wales

[http://www.cazs.bangor.ac.uk/english/intro\\_e.htm](http://www.cazs.bangor.ac.uk/english/intro_e.htm)

*El Centro se estableció primordialmente para promover el desarrollo agrícola y forestal integrado en tierras áridas y semiáridas y para proporcionar innovación tecnológica y científica con el fin de mejorar la asignación y gestión de recursos naturales.*

---

Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas

<http://www.cricyt.edu.ar/INSTITUTOS/iadiza>

*IADIZA realiza investigación y actividades de desarrollo en cinco áreas básicas, con el objetivo último de restaurar y gestionar de manera sostenible las tierras áridas. El sitio está en español.*

---

Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD)

<http://www.unccd.int/publicinfo/factsheets/menu.php>

*Enlaza con una serie de hojas de datos sobre desertificación: causas, consecuencias y medidas para luchar contra la desertificación en varias regiones.*

---



### **Exploración y estudios**

Mineral Resources Forum

<http://www.natural-resources.org/minerals/generalForum/csr/practices.htm>

*El sitio contiene directrices sobre exploración, incluyendo un código de práctica, directrices para informar y gestión ambiental. Programa de Gestión Ambiental para Exploración. Apéndice a las Directrices de Berlín (2002).*

---

Victoria Natural Resources and Environment Department, Australia

<http://www.nre.vic.gov.au>

*Exploración y restauración de sitios mineros.*

---

### **Estudios de valuación y de factibilidad**

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

*Manuales de EIA y de planificación minera para la protección ambiental tomados de manuales sobre mejores prácticas de gestión ambiental en minería. Se pueden conseguir ejemplares impresos de la serie contactando a Environment Australia.*

---

Mineral Resources Forum

<http://www.natural-resources.org/minerals/generalForum/csr/practices.htm>

*El sitio contiene enlaces con directrices sobre mejores prácticas para aprobaciones y valuaciones: Guidelines to Help Get Environmental Approval for Mining Projects in Western Australia. Apéndice a las Directrices de Berlín (2002).*

---

Western Australia Department of Minerals and Energy

*Guidelines to Help Get Environmental Approval for Mining Projects in Western Australia (H) y Processes for Petroleum Activities in Western Australia (D).*

---

### **Operaciones mineras**

Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo (EBRD)

<http://www.ebrd.com/enviro/index.htm>

*El EBRD ha elaborado un conjunto de directrices ambientales subsectoriales para ayudar a oficinas de crédito/inversión en instituciones financieras locales y a otros expertos no ambientales. Tienen como fin ayudar a identificar riesgos importantes en actividades ambientales, acciones de gestión significativas y aspectos esenciales de la debida diligencia ambiental. Las directrices para el sector minero abarcan el procesamiento de carbón y metales y la minería (a cielo abierto y subterránea).*

---

International Council on Mining and Metals

<http://www.icmm.com>

*Estudios de caso sobre prácticas ambientales en procesos metalúrgicos/minerales. Se pueden bajar.*

---

Mineral Resources Forum

<http://www.mineralresourcesForum.org/minerals/generalForum/csrpractices.htm>

*Afiliado al PNUMA. Se puede suscribir a grupos de discusión en e-mail sobre minería y medio ambiente. Una serie de enlaces con directrices sobre mejores prácticas para el desarrollo y construcción de minas, minería, procesamiento, gestión de desechos y residuos y drenaje ácido de minas.*

---

Mining and Energy Research Network (Warwick University Business School)

<http://users.wbs.warwick.ac.uk/ccu/mern/publications.htm>

*Serie de publicaciones (documentos de trabajo) que se pueden solicitar (no bajar). Algunos estudios de caso sobre Ghana, Brasil, Sudáfrica.*

---

Banco Mundial

<http://www.worldbank.org>

*Directrices sectoriales incluidas en Pollution Prevention and Abatement Handbook (PPAH) para minería de metales base y de mena y para minería y producción de carbón. Hay disponibles otras directrices para minería y trituración subterránea y a cielo abierto.*

---

### **Producción de petróleo**

Center for Environmental Leadership in Business

[www.cwlb.org/ebi.html](http://www.cwlb.org/ebi.html)

*Iniciativa sobre Energía y Biodiversidad – desarrolla instrumentos y directrices para integrar la biodiversidad al desarrollo petróleo y gas. Consiste en un conjunto de cuatro grupos de trabajo que examinan, entre otras cosas, la identificación y aplicación de las mejores prácticas técnicas y de gestión; indicadores de desempeño para medir los impactos del desarrollo del petróleo y gas en la biodiversidad y criterios para decidir si emprender o no actividades de minería en ambientes sensibles.*

---

Institute of Petroleum UK

<http://www.petroleum.co.uk>

*Notas de orientación sobre consideraciones ambientales para instalaciones de bombeo.*

---

International Association of Oil and Gas Producers

<http://www.ogp.org.uk/publications/index.html>

*Publicaciones generales sobre gestión ambiental en la exploración y producción de petróleo y gas. Directrices ambientales sobre: operar en ambientes sensibles; exploración de hidrocarburos en regiones árticas y subárticas tierra adentro, y directrices para protección ambiental*

---

Corporación Financiera Internacional (CFI)

<http://www.ifc.org/ogc/publications.html>

*Una serie de publicaciones escogidas (documentos de trabajo, documentos técnicos, manuales y documentos de evaluación) sobre petróleo y gas.*

---

PNUMA (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales)

<http://www.mineralresourcesForum.org/workshops/Berlin/index.htm>

*Este documento informa acerca de la realización y resultado de la Mesa Redonda sobre Minería y Medio Ambiente celebrada en Berlín entre el 22 y el 26 de noviembre de 1999.*

---

Western Australian Department of Mineral and Petroleum Resources

<http://www.mpr.wa.gov.au/prodserv/pub/index.html>

*Directrices para la gestión ambiental de operaciones petroleras tanto en el mar como en tierra firme.*

---

Banco Mundial

<http://wbln0018.worldbank.org/essd/essd.nsf/Docs/TOC>

*Directrices sectoriales incluidas en Pollution Prevention and Abatement Handbook (PPAH) para el desarrollo de petróleo y gas.*

---

### Requisitos generales operativos en los sitios

Mineral Resources Forum

<http://www.natural-resources.org/minerals/generalForum/csr/practices.htm>

*Enlaces con una serie de directrices sobre mejores prácticas en cuanto a requisitos en los sitios mineros, incluyendo salud y seguridad, control del ruido y del polvo, desarrollo de barreras contra incendios y códigos de práctica para canteras.*

---

### Cierre y rehabilitación del sitio y restauración del ecosistema

Australian Institute of Petroleum (AIP)

[http://www.aip.com.au/pdf/Publist\\_2001.pdf](http://www.aip.com.au/pdf/Publist_2001.pdf)

*Lista de publicaciones que contiene referencias en cuanto a procesamiento y almacenamiento de petróleo y gas, incluyendo el manejo y el transporte seguros de productos.*

---

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

*Manuales de restauración tomados de Best Practice Environmental Management in Mining Program. Hay disponibles ejemplares impresos de la serie contactando a Environment Australia.*

---

Institute of Petroleum UK

<http://www.petroleum.co.uk>

*Notas de orientación sobre consideraciones ambientales cuando las plantas dejan de operar.*

---

International Association of Oil and Gas Producers

<http://www.ogp.org.uk/publications/index.html>

*Publicaciones generales sobre directrices para cese de operaciones, restauración y recuperación para exploración y producción en tierra.*

---

Mineral Information Institute

[www.mii.org/recl.html](http://www.mii.org/recl.html)

*El sitio se centra en la restauración. Ofrece una serie de estudios de caso de proyectos exitosos de restauración para diferentes clases de minerales y de suelos. Se centra en brindar información sobre minería en EE. UU. para maestros/escuelas.*

---

Mineral Resources Forum

<http://www.natural-resources.org/minerals/generalForum/csr/practices.htm>

*Serie de enlaces con directrices sobre mejores prácticas para el cierre/cese de operaciones de minas. También *Environmental Aspects of Mine Closure*. Apéndice en las *Directrices de Berlín (2002)*.*

---

PNUMA

[http://www.mineralresourcesForum.org/docs/pdfs/abandoned\\_report.pdf](http://www.mineralresourcesForum.org/docs/pdfs/abandoned_report.pdf)

*Este informe resume las presentaciones y discusiones del Primer Taller Panamericano sobre Minas Abandonadas, realizado en Santiago, Chile, 18 de junio de 2001.*

---

Victoria Natural Resources and Environment Department, Australia

<http://www.nre.vic.gov.au>

*Exploración y restauración de sitios de exploración y otras publicaciones sobre rehabilitación y cierre de minas.*

---

Western Australia Department of Minerals and Energy

[www.dme.wa.gov.au](http://www.dme.wa.gov.au) y <http://www.mpr.wa.gov.au>

*Mine Rehabilitation Handbook. Lo tiene disponible el Australian Industry Mining Council.*

---

### **Agencias de gestión ambiental y de recursos naturales**

Australasian Institute of Mining and Metallurgy

<http://www.ausimm.com.au>

*No proporciona directrices sobre medio ambiente pero sí buenos enlaces con sitios relacionados con minería y medio ambiente en Australia (institutos, compañías, agencias gubernamentales).*

---

Chamber of Minerals and Energy of Western Australia

<http://www.mineralswa.asn.au/~cmeenpu/page3.html#use>

*En este sitio está disponible un código de prácticas para la exploración en áreas ambientales sensibles.*

---

Environment Australia Online

[www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining](http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining)

*Representantes de la industria mineral de Australia y del ministerio de medio ambiente del gobierno central están trabajando juntos para recopilar y presentar información sobre un abanico de temas que ilustran y explican mejores prácticas en gestión ambiental en la industria minera de Australia. La información se publica en una serie de folletos bajo el título de Best Practice Environmental Management in Mining Program (BPEM). Los folletos del BPEM son materiales de referencia valiosos y prácticos que se utilizan para estimular, ayudar y orientar a todos los sectores de la industria de recursos hacia la consecución de un desarrollo sostenible.*

---

Environmental Mining Council of British Columbia

<http://www.miningwatch.org/emcbc>

*El sitio tiene enlaces con 10 módulos del "Mining and the Environment Primer"*

---

Minerals Council of Australia

<http://www.minerals.org.au/defaultx.htm>

*Las publicaciones tratan solo de minerales. No dicen nada de los procesos mineros. Ejemplo de un marco industrial para mejorar la gestión ambiental. Buenos enlaces con entidades relacionadas con minería, como consejos/cámaras estatales mineros, asociaciones industriales, departamentos gubernamentales estatales y federales y entidades educativas en Australia. También algunos enlaces con minería internacional.*

---

Namibian Ministry of Mines and Energy

<http://www.mme.gov.na>

*Las publicaciones disponibles son Libros Blancos, regulaciones y planes.*

---

Nevada Bureau of Mines and Geology

<http://www.nbmg.unr.edu>

*Publicaciones que se pueden bajar, todas muy técnicas.*

---

New South Wales Department of Mineral Resources

<http://www.minerals.nsw.gov.au>

*Ofrece la lista de una serie de documentos de referencia y mejor práctica ambiental que están disponibles en diversos consejos de minería y agencias gubernamentales australianos.*

---

Northern Territory Department of Business, Industry and Resource Development (Mines and Energy)

<http://www.dme.nt.gov.au>

---

Queensland Environmental Protection Agency

<http://www.epa.qld.gov.au>

*Ofrece directrices pero ninguna dedicada a zonas áridas. Incluye también un enlace con hojas de datos sobre minería y medio ambiente (inclusive preparación de una EIA y códigos de cumplimiento ambiental). Buenos enlaces con sitios académicos, educativos, gubernamentales y de minería en Australia.*

---

South African Chamber of Mines

<http://www.bullion.org.za>

*El sitio tiene información sobre minería y el medio ambiente, incluyendo actas de conferencias sobre minería, medio ambiente y desarrollo sostenible.*

---

South African Department of Minerals and Energy Affairs

<http://www.dme.gov.za>

*Solo directrices referentes a seguridad (prevenir explosiones, etc.)*

---

United States Bureau of Land Management

<http://www.blm.gov/nhp>

*Documentación sobre compra y derechos de paso.*

---

Victoria Natural Resources and Environment Department

<http://www.nre.vic.gov.au>

*Enlaces con una serie de directrices sobre gestión ambiental en minería. Se pueden bajar. Abarcan evaluación de impacto, marcos normativos, sistemas de gestión ambiental e informes de rehabilitación y preparación de documentos de auditoría.*

---

Western Australian Department of Environmental Protection

[www.environ.wa.gov.au](http://www.environ.wa.gov.au)

*Contiene solicitudes para exploración, boletines informativos y análisis de operaciones mineras y de arrendamiento.*

---

Western Australian Department of Mineral and Petroleum Resources

[www.dme.wa.gov.au](http://www.dme.wa.gov.au) y <http://www.mpr.wa.gov.au>

*Guidelines for Mining in Arid Environments. Contiene publicaciones que se pueden bajar sobre gestión ambiental en extracción de petróleo y minería de metales incluyendo: "Guidelines for mineral exploitation and mining within conservation reserves and other environmentally sensitive lands in Western Australia".*

---

## **Sector privado – industrias minera y petrolera**

### **Compañías internacionales y nacionales de gran escala**

Anglo American Plc

<http://www.angloamerican.co.uk/social/shereport.asp>

*Informe anual sobre salud, seguridad y medio ambiente que contiene algunas secciones pertinentes así como estudios de caso. Ver el estudio de caso Namakwasands en particular en cuanto a rehabilitación de zonas áridas.*

---

Río Tinto

[www.riotinto.com](http://www.riotinto.com)

*Hoja de datos (pdf) sobre minería y medio ambiente. Análisis sociales y ambientales anuales.*

---

BP Plc

<http://www.bp.com>

*Informes ambientales y sociales anuales con estudios de caso. También directrices sobre informes de desempeño ambiental. Sección sobre trabajar en EAE pero que no se refiere de manera específica a zonas áridas.*

---

Caltex

<http://www.caltex.com>

*Código de práctica para el manejo de petróleo usado en Nueva Zelanda.*

---

Chevron Texaco Corporation

<http://www.chevron.com> - Ver también: <http://www.chevrontexaco.com>

*Da algunos detalles del programa 'Cuidado Responsable' (Principios Orientadores y Código de Práctica)*

---

Enterprise Oil Plc

<http://www.entoil.com/>; - Información disponible ahora en: <http://www.shell.com/entoil>

*Recientemente adquirida por Shell Plc. Las publicaciones más recientes sobre el sitio Shell – Análisis ambientales; estudios de caso (cambio climático).*

---

Kennecott Minerals Company (KMC)

[www.kennecottminerals.com](http://www.kennecottminerals.com)

*Da algunos ejemplos de mejores prácticas para recuperación, aunque no específicas para zonas áridas.*

---

Minera Escondida

<http://www.escondida.cl/english/ambiental.htm>

*Da una breve descripción de procedimientos ambientales utilizados en minas de cobre en el desierto de Atacama.*

---

Mobil

<http://www2.exxonmobil.com>

*Entre las publicaciones hay Informes sobre seguridad, salud y medio ambiente (anuales) e informes sobre Valdez y otras operaciones de limpieza de derrames de petróleo.*

---

Santos Limited

<http://www.santos.com.au/v1/default.asp>

*Seguir el enlace "Responsibilities" para llegar al sitio sobre medio ambiente; Enlaza con una serie de manuales ambientales especializados incluyendo "The Arid Zone Field Environmental Handbook".*

---

Shell International Ltd.

<http://www.shell.com>

*Los informes anuales ilustran el conocimiento que tiene Shell de los aspectos sociales y ambientales.*

---

**Minería artesanal**

Assistance Technique aux Petites Exploitations Minières (ATPEM)

<http://www.projekt-consult.de/atpem>

*Ofrece un estudio de caso de la normalización del sector minero en pequeña escala en Madagascar.*

---

Banco Mundial

<http://www.worldbank.org/html/fpd/mining/index.htm>

*Grupo Asesor sobre Desarrollo de la Minería Artesanal y en Pequeña Escala*

---

### Communities and Small-Scale Mining (CASM)

<http://www.casmsite.org>

*El sitio contiene un 'centro de conocimiento' con una serie de bases de datos vivas. La base de datos comunitaria permite encontrar a personas con intereses o experiencias similares o con competencias especiales. La base de datos bibliográficos ayuda a encontrar lo que se ha escrito acerca de minería artesanal y en pequeña escala durante los últimos 10-20 años, y enlaza con documentos que se encuentran en línea, así como con documentos históricos importantes no publicados que se almacenarán en un depósito en línea desde el que se pueden bajar.*

---

### Grupo Banco Mundial

<http://www.worldbank.org>

*Resumen de las Actas de la Mesa Redonda Internacional sobre Minería Artesanal que organizó el Banco Mundial, Washington, D.C., 17--19 de mayo de 1995. Departamento de Industria y Energía, Occasional Paper No. 6, Ed. Mamadou Barry, Abril 1996. Las actas incluyen sesiones sobre aspectos ambientales, de salud y seguridad; aspectos de organización, sociales y de participación de la mujer; aspectos técnicos y financieros; y legales y normativos.*

---

### International Institute for Environment and Development (IIED) Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD) Research and Consultation Project

[http://www.iied.org/mmsd/activities/small\\_scale\\_mining.html](http://www.iied.org/mmsd/activities/small_scale_mining.html)

*Enlaza con resultados de investigaciones, incluyendo un informe mundial, términos comunes de referencia para estudios de países y estudios de países de África meridional (Malawi, Mozambique, Sudáfrica, Tanzania, Zambia y Zimbabue); en África occidental (Burkina Faso, Ghana y Malí); en Sudamérica (Bolivia, Brasil, Ecuador, Perú); y en Asia-Pacífico (China, India, Indonesia, Filipinas, Papua-Nueva Guinea). También están disponibles actas de talleres e informes de reuniones en Chile y Londres.*

---

### Mineral Resources Forum -Small-Scale Mining (MRF-SSM)

<http://www.natural-resources.org/minerals/smscalemining/index.htm>

*El MRF-SSM es una sección del Mineral Resources Forum, un centro de conocimiento en línea que creó y gestiona desde Ginebra la Conferencia de Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD). La subsección sobre minería en pequeña escala abarca la gama de temas relacionados con la minería artesanal y en pequeña escala, incluyendo medio ambiente, salud y seguridad, mujeres y niños, aspectos de organización, técnicos y financieros, reformas normativas y legales. Tienen un interés especial las páginas de noticias y documentos, que proporcionan enlaces directos con historias actuales y documentación significativa.*

---

### Southern African Network for Training and Research on the Environment (SANTREN)

#### Small-Scale Mining Group

<http://www.und.ac.za/und/geog/ssm/intro.html>

*El papel del Grupo de Minería en Pequeña Escala es analizar los impactos de este tipo de minería en ciertos países de la SADC y desarrollar cursos cortos destinados a grupos meta específicos. Algunos de estos materiales se encuentran disponibles en el sitio, incluyendo: Establishing Training Guidelines on Environmental Protection and Management for Small-Scale Mining in Zimbabwe. Describe los principios básicos que deben incorporarse a las directrices ambientales para minería en pequeña escala.*

---

### **Bancos y agencias financieras**

#### Banco Africano de Desarrollo (AFDB)

[www.afdb.org](http://www.afdb.org)

---

#### Banco Asiático de Desarrollo (ADB)

<http://www.adb.org>

---

Banco de Desarrollo de África Meridional (DBSA)

<http://www.dbsa.org/PrivateSector/PrivateSectormaster.htm>

---

Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo (EBRD)

<http://www.ebrd.com>

*El EBRD ha desarrollado un conjunto de directrices ambientales subsectoriales para ayudar a funcionarios de crédito/inversión en instituciones financieras locales y a otros expertos no ambientales. Tienen como fin ayudar a identificar riesgos importantes en actividades ambientales, acciones gerenciales importantes y aspectos esenciales de la debida diligencia ambiental. Las directrices para el sector de minería abarcan el procesamiento y extracción minera (a cielo abierto y subterránea) de carbón y de metales.*

---

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

<http://www.iadb.org>

---

Banco Mundial (Corporación Financiera Internacional)

<http://www.ifc.org>

*La CFI utiliza todas las directrices ambientales que se encuentran en el Pollution Prevention and Abatement Handbook (PPAH). Abarcan, entre otras cosas, la minería de metales básicos y hierro, minería y producción de carbón y desarrollo de petróleo y gas (en tierra). También utiliza las directrices del Banco Mundial sobre minería subterránea y a cielo abierto.*

---

### **Universidades y organizaciones de investigación**

Colorado School of Mines

<http://www.mines.edu>

---

Desert Research Foundation of Namibia

<http://www.drfn.org.na/siteMap.html>

*La DRFN es un centro de estudios de tierras áridas que lleva a cabo y facilita investigación apropiada, participativa y aplicada de corto y largo plazos sobre el medio ambiente. Las publicaciones impresas solo están disponibles en la DRFN. Éstas se refieren primordialmente a gestión hídrica pero hay algunos documentos de investigación sobre indicadores de desertificación y sobre protección biológica.*

---

Desert Research Institute, Nevada

<http://www.dri.edu>

---

Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas

<http://www.cricyt.edu.ar/INSTITUTOS/iadiza>

*IADIZA realiza investigación y actividades de desarrollo en cinco áreas básicas, con el propósito final de restauración y desarrollo sostenible de tierras áridas. El sitio está en español.*

---

South Dakota School of Mines and Technology

<http://www.sdsmt.edu>

---

Western Australian School of Mines

<http://www.kalg.curtin.edu.au/about/wasm.html>

---

### **Instituciones internacionales y regionales**

#### **Organizaciones intergubernamentales**

Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola

<http://www.ifad.org/governance/index.htm>

*Publicaciones sobre cómo afrontar la degradación de tierras y la desertificación.*

---



Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD)

<http://www.unctad.org>

---

Departamento de las Naciones Unidas sobre Cooperación Técnica para el Desarrollo (UNDTCD)

[www.un.org/esa](http://www.un.org/esa)

*Estas directrices tratan de: minería y desarrollo sostenible; marcos normativos; gestión ambiental; iniciativas voluntarias; y consulta comunitaria y desarrollo, en cuanto se aplican a todas las etapas de una operación minera que incluye exploración, operación, cese de operaciones y clausura y rehabilitación. Incluyen una sección sobre minería en pequeña escala y artesanal.*

---

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Oficina de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNSO)

<http://www.undp.org/seed/unso>

---

United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UNESCAP)

<http://unescap.org>

*Se pueden pedir por medio de ESCAP una serie de publicaciones, incluyendo: Mineral Resource Assessment, Development and Management; y Mineral Concentrations and Hydrocarbon Accumulations.*

---

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) - División de Tecnología, Industria y Economía

<http://www.unep.org>

*El sitio ofrece un enlace con las publicaciones del PNUMA sobre Minería y Medio Ambiente. Estos materiales contienen información sobre cómo abordar los retos ambientales y sobre las prácticas tecnológicas más limpias que ayudan en la toma de decisiones y procedimientos ambientalmente sanos.*

---

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO)

<http://www.unido.org>

*Publicaciones sobre desarrollo industrial y gestión ambiental. Nada relacionado con minería. Un estudio de caso sobre minería y protección ambiental en China.*

---

### **Convenciones internacionales**

Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación

<http://www.unep.ch/basel/index.html>

*Directrices para poner en práctica la Convención y formularios para notificación de movimientos. También enlaza con Agencias de la O NU, Ministerios nacionales del Medio Ambiente, ONG y otros sitios relacionados con el transporte, almacenamiento y eliminación de desechos peligrosos.*

---

Convención sobre la conservación de especies migratorias de animales silvestres (Convención de Bonn -CMS)

<http://www.wcmc.org.uk/cms>

---

Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)

<http://www.biodiv.org>

---

Convenio sobre la evaluación de los efectos en el medio ambiente en un contexto transfronterizo

<http://www.unece.org/env/eia/eia.htm>

---

Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES)

<http://www.cites.org>

*Publicaciones sobre la puesta en práctica de la Convención y enlaces con sitios y organizaciones relacionados con la Convención.*

---

Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes  
<http://www.unece.org/env/water/pdf/watercon.pdf>

---

Convention on the Transboundary Effects of Industrial Accidents  
<http://sedac.ciesin.org/pidb/texts/industrial.accidents.1992.html>

---

Convenio internacional sobre preparación, cooperación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos  
<http://sedac.ciesin.org/pidb/texts/oil.pollution.preparedness.1990.html>

---

Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono  
<http://www.unep.ch/ozone/montreal.html>

---

Convención de Ramsar sobre Humedales de Importancia Internacional  
<http://www.ramsar.org>

---

Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD)  
<http://www.unccd.int/main.php>

---

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC) y Protocolo de Kyoto  
<http://unfccc.int>

---

Convención del Patrimonio Mundial  
[http://whc.unesco.org/world\\_he.htm](http://whc.unesco.org/world_he.htm)

*Informe del Taller Técnico sobre Patrimonio Mundial y Minería.*

---

### **Asociaciones internacionales del sector privado**

Global Mining Initiative  
<http://www.globalmining.com>

---

International Association of Oil and Gas Producers (OGP) - antes E&P Forum  
<http://www.ogp.org.uk>

---

International Council on Metals and the Environment (ICME)  
<http://www.icme.com>

*La organización predecesora del ICMM, el ICME, publicó una serie general de publicaciones científicas que el ICMM está poniendo a disposición por medio de su página web.*

---

International Petroleum Industry Environment Conservation Association (IPIECA)  
<http://www.ipieca.org>

---

### **ONG internacionales**

Conservation International (CI)  
[www.conservation.org](http://www.conservation.org)

---

International Institute for Environment and Development (IIED)  
<http://www.iied.org>

---

Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD)  
[www.ameef.com.au/mmsd](http://www.ameef.com.au/mmsd)

---

Unión Mundial para la Naturaleza (UICN)  
[www.iucn.org](http://www.iucn.org)  
*Declaración de la UICN sobre Minería y Actividades Asociadas en Áreas Protegidas.*

---

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)  
<http://www.wbcsd.ch>

---

Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)  
<http://www.panda.org>

---

### **Evaluación de impacto ambiental**

Environment Australia  
<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>  
*Manual del programa de mejores prácticas de gestión ambiental en minería que lleva a cabo Environment Australia.*

---

Institute of Environmental Management and Assessment (IEMA)  
<http://www.iema.net>  
*Enlaces con estudios de caso y revistas de mejores prácticas.*

---

International Association of Impact Assessment  
<http://www.iaia.org>  
*Contiene directrices generales de mejores prácticas para evaluación del impacto ambiental y social.*

---

Mineral Resources Forum  
<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/docs/Appendix.pdf>  
*Directrices de EIA del Apéndice a las Directrices de Berlín (2002).*

---

### **Políticas ambientales, estrategias y sistemas de gestión**

Environment Australia  
<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>  
*Enlaza con una serie de folletos sobre sistemas de gestión ambiental y gestión ambiental de actividades mineras.*

---

Environmental Management  
<http://www.dundee.ac.uk/cepmlp/main/welcome.htm>  
*Se explica cada uno de estos estándares e asuntos, y se identifican una serie de recursos y guías de fácil empleo.*

---

International Network for Environmental Management (INEM)  
<http://www.inem.org>  
*Las publicaciones de la INEM incluyen colecciones de estudios de caso e instrumentos especialmente desarrollados para ayudar a empresas pequeñas y medianas a poner en práctica medidas de gestión ambiental.*

---

Organización Internacional de Normalización

<http://www.iso.ch>

*Aquí se pueden bajar los capítulos de la edición 2002 en formato pdf. Contienen información sobre el modelo, los beneficios de aplicarlo y también se brindan orientaciones, informes técnicos y enlaces con otras fuentes.*

---

Mineral Resources Forum

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/docs/Appendix.pdf>

*Directrices para establecer una EGA, principios de un sistema regulador y políticas ambientales para operadores de industrias mineras. Apéndices a las Directrices de Berlín (2002).*

---

Queensland Environmental Protection Agency

<http://www.epa.qld.gov.au>

*Descripción de las políticas y directrices de la Agencia para autoridades ambientales en minería. En 1995 elaboró una serie de directrices técnicas en consulta con la industria minera, departamentos gubernamentales, instituciones de investigación y partes interesadas de la industria. Ofrecen recomendaciones técnicas sobre una gama de temas de gestión ambiental. Esta serie la está revisando el Departamento de Minerales y Minas y se publicará en la página web de la Agencia a medida que salgan a la luz. Las recomendaciones son relevantes para la EIA de propuestas, operaciones y rehabilitación final por parte de la industria minera.*

---

The ISO 14000 Environmental Management Group

<http://www.iso14000-iso14001-environmental-management.com>

*Esta página web tiene como fin descifrar y simplificar la multitud de estándares ISO 14000 e información relacionada con la gestión ambiental, para que así resulte más fácil para los gestores ambientales utilizar los estándares mencionados. Enlaza con juegos de herramientas ISO14000 y directrices de puesta en práctica.*

---

Banco Mundial

<http://www.worldbank.org>

*Describe elementos claves de EGA e ISO14000 y examina algunos de los aspectos prácticos que han surgido.*

---

**Monitoreo, auditoría e informes**

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

*Manual de monitoreo y desempeño ambientales del programa de mejores prácticas de gestión ambiental en minería.*

---

Global Reporting Initiative (GRI)

<http://www.globalreporting.org>

*Directrices para informar sobre sostenibilidad.*

---

Mineral Resources Forum

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/docs/Appendix.pdf>

*Directrices generales para un programa de monitoreo ambiental. Apéndice a las Directrices de Berlín (2002.)*

---

### Cierre y rehabilitación del sitio

Environment Australia Online

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

*Manuales sobre rehabilitación y revegetación y de cese de operaciones de minas provenientes del programa de mejores prácticas en gestión ambiental en minería.*

---

Institute of Petroleum UK

<http://www.petroleum.co.uk>

*Notas de orientación sobre aspectos ambientales al dismantelar plantas y también para instalaciones de bombeo.*

---

Mineral Information Institute

[www.mii.org/recl.html](http://www.mii.org/recl.html)

*El sitio se centra en rehabilitación de minas. Ofrece una serie de estudios de caso de proyectos exitosos de rehabilitación para diferentes tipos de minerales y de suelos. Se centra en proporcionar información sobre minería en EE. UU. para maestros/escuelas.*

---

### Suelos y erosión

Central Arid Zone Research Institute

<http://aoi.com.au/acotanc/Papers/Tewari-1/Author-n-Text.htm>

*Documento de investigación sobre estabilización de dunas en zonas áridas en India.*

---

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

<http://www.fao.org/wairdocs/x5309e/x5309e06.htm>

*Fijación de dunas: instrumento para el control de la desertificación. Describe algunas de las técnicas de fijación que se utilizan comúnmente.*

---

Integrated Science and Technology, Inc.

<http://www.integratedscience.com/publications/Biopile.htm>

*H. James Reisinger, Stewart A. Mountain, Giorgio Andreotti, Giancarlo DiLuise, Augusto Porta, Aaron S. Hullman, Victor Owens, Daniele Arlotti, John Godfrey: Bioremediation of a major inland oil spill using a comprehensive integrated approach.*

---

International Oil Spill Resource and Information Center

<http://www.oil-spill-web.com/handbook/front.htm>

*El sitio ofrece un directorio de servicios y contactos en relación con derrames de petróleo tanto mar adentro como en tierra, incluyendo directrices sobre tácticas recomendadas de respuesta para los tipos más comunes de contaminación con petróleo en tierra.*

---

International Tanker Owners Pollution Federation Limited

<http://www.itopf.com/disposal.html>

*Estrategias de respuesta ante derrames de petróleo, incluyendo técnicas de biorreparación.*

---

Mineral Resources Forum

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/docs/Appendix.pdf>

*Apéndice 6 a las Directrices de Berlín: estándares de calidad del aire, del agua y de los suelos.*

---

South Australia Department for Environment and Heritage

<http://www.environment.sa.gov.au/coasts/coastcare/stabilisation.pdf>

*Técnicas de estabilización de dunas y lista de verificación para evaluación de dunas. Elaboradas primordialmente para dunas costeras aunque las técnicas se pueden aplicar a dunas en desiertos.*

---

United States Environmental Protection Agency

<http://www.epa.gov/oilspill/bioagnts.htm>

*Agentes biológicos para reparación de tierras después de derrames de petróleo.*

---

United States Environmental Protection Agency

<http://www.epa.gov/oilspill/pdfs/biofact.pdf>

*Hoja informativa con datos sobre técnicas de biorreparación para derrames en tierra. Trata sobre todo de derrames mar adentro aunque contiene una breve sección sobre técnicas para derrames en tierra.*

---

US Department of the Interior, Minerals Management Service

<http://www.gomr.mms.gov/homepg/regulate/regs/ntls/9830att.pdf>

*Directrices para preparar planes regionales de respuesta ante derrames de petróleo.*

---

US Department of the Interior, Minerals Management Service

<http://www.gomr.mms.gov/homepg/regulate/regs/ntls/9830att.pdf>

*A.J. Tien, D.J. Altman, A. Worsztynowicz, K. Zacharz, K. Ulfig, T. Manko, T.C.Hazen: Bioremediation of a Process Waste Lagoon at a Southern Polish Refinery, DoE's First Demonstration Project in Poland.*

---

### **Gestión de desechos sólidos**

Australian Centre for Mining Environmental Research

<http://www.acmer.com.au>

*Manuales sobre gestión de desechos sulfurados de minas.*

---

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

*Diversos manuales sobre gestión de desechos y materiales peligrosos en el programa de mejores prácticas de gestión ambiental en minería. Se pueden conseguir ejemplares impresos de la serie contactando a Environment Australia.*

---

Material Safety Data Sheets (MSDS)

<http://joule.pcl.ox.ac.uk/MSDS>

*Datos técnicos sobre productos químicos peligrosos, límites de exposición en lugares de trabajo de la OSHA, LD50, reactividad, inflamabilidad, y directrices para transporte.*

---

PNUMA

<http://www.mineralresourcesForum.org/Initiatives/cyanide/docs/cyanide-report.pdf>

*Este documento informa acerca del contenido y resultado de un taller internacional sobre Códigos Industriales de Práctica: Manejo de cianuro, en la École des Mines, Paris, Francia, 25-26 de mayo de 2000.*

---

UNEP/ICME/SIDA

<http://www.mineralresourcesForum.org/docs/Sweden1997/Allpages.pdf>

Western Australia Department of Mineral and Petroleum Resources

<http://www.mpr.wa.gov.au/prodserve/pub/index.html>

*Directrices sobre el empleo y manejo de fluidos y fragmentos de perforación.*

---

### **Gestión del agua**

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

*Manual de gestión del agua en el programa de mejores prácticas de gestión ambiental en minería. Se pueden conseguir ejemplares impresos de la serie contactando a Environment Australia.*

---

Mineral Resources Forum

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/docs/Appendix.pdf>

*Apéndice 6 a las Directrices de Berlín: estándares de calidad del aire, del agua y de los suelos.*

---

Minerals Council of Australia

<http://www.minerals.org.au/defaultx.htm>

*Manual de gestión del agua en sitios mineros.*

---

Victoria Natural Resources and Environment Department

<http://www.nre.vic.gov.au>

*Publicaciones acerca de gestión del agua en minas y canteras y de eliminación de agua de minas.*

---

### **Gestión de la calidad del aire**

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

*Manuales sobre producción más limpia, eficiencia energética y reducción de gases de efecto invernadero y control de polvo en el programa de mejores prácticas de gestión ambiental en minería. Se pueden conseguir ejemplares impresos de la serie contactando a Environment Australia.*

---

Greenhouse Gas Technology Center

<http://www.sri-rtp.com/Verifications-OilandGasProductionandDistribution.htm>

*El Centro GHG identifica tecnologías promisorias para mitigación de GEI, las somete a pruebas de desempeño por terceras partes independientes y ofrece al público en forma gratuita resultados del desempeño. El Centro GHG funciona bajo el Programa Ambiental de Verificación de Tecnología de la EPA de Estados Unidos, y evalúa tecnologías en las siguientes industrias: producción avanzada de electricidad, manejo de desechos, producción y distribución de petróleo y gas, monitoreo de GEI, grandes maquinarias, refrigeración, y otras.*

---

Mineral Resources Forum

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/docs/Appendix.pdf>

*Apéndice 6 a las Directrices de Berlín: estándares de Calidad del aire, del agua y de los suelos.*

---

United States Environmental Protection Agency

<http://www.epa.gov/ghginfo/reports/1opt.htm>

*Opciones para disminuir emisiones de metano en el ámbito internacional. Volumen I: Technological Options for Reducing Methane Emissions.*

---

Banco Mundial

<http://www.worldbank.org/nipr>

*Nuevas ideas en regulación de la contaminación.*

---

### Planificación para casos de emergencia

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

*Manual de gestión de riesgos ambientales en el programa de mejores prácticas de gestión ambiental en minería. Se pueden conseguir ejemplares impresos de la serie contactando a Environment Australia.*

---

Mineral Resources Forum (MRF)

[http://www.mineralresourcesForum.org/workshops/regulators/2000/docs/reg\\_rept.pdf](http://www.mineralresourcesForum.org/workshops/regulators/2000/docs/reg_rept.pdf)

Accident Prevention in Mining – Environmental Regulation for Accident Prevention: Tailings and Chemicals Management (PNUMA/Gob. de Australia). *Este documento informa acerca de la realización y resultado de un Taller Internacional sobre Regulación Ambiental para Prevenir Accidentes en Minería: Gestión de Residuos y de Productos Químicos, realizado en Perth, Australia Occidental, 26-27 de octubre de 2000.*

---

PNUMA/ICME

<http://www.mineralresourcesForum.org/docs/Buenosires1999/Allpages.pdf>

Risk Management and Contingency Planning in the Management of Mine Tailings. *Este taller lo organizó ICME en cooperación con el PNUMA y SEGEMAR (Servicio Geológico Argentino) para ayudar a tener una mayor conciencia y una mejor comprensión del propósito, metodologías, aplicación y beneficios de la evaluación de riesgo y de planificación para casos de emergencia con respecto a residuos de minas, para identificar otros aspectos o preocupaciones y para definir procedimientos que promuevan el manejo efectivo de depósitos de residuos.*

---

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

<http://www.mineralresourcesForum.org/initiatives/apell/apellmining.htm>

*El sitio del PNUMA presenta los diversos recursos disponibles para prepararse para emergencias en minería.*

---

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), División de Industria, Tecnología y Economía (DTIE)

<http://www.uneptie.org>

*Management of Industrial Management Prevention and Preparedness (1996)*

---

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) Mineral Resources Forum (MRF)

[http://www.mineralresourcesForum.org/initiatives/apell/docs/APELL\\_for\\_Mining.pdf](http://www.mineralresourcesForum.org/initiatives/apell/docs/APELL_for_Mining.pdf)

*Orientación para la industria minera para concienciarse y prepararse para emergencias en el ámbito local (Informe Técnico del PNUMA No. 41)*

---

Western Australia Department of Mineral and Petroleum Resources

[http://www.mpr.wa.gov.au/prod\\_serv/pub/index.html](http://www.mpr.wa.gov.au/prod_serv/pub/index.html)

*Enlaza con una serie de directrices, informes y procedimientos para seguridad minera.*

---



### **Enlace con comunidades locales y otras partes interesadas**

Banco Mundial

<http://www.worldbank.org/wbi/sourcebook>

The World Bank Participation Sourcebook (*Manual del Banco Mundial sobre participación*)

---

Communities and Small-Scale Mining

<http://www.casmsite.org>

*Sitio web y centro de conocimiento. Incluye enlaces con sitios que contienen información relacionada con comunidades y minería en pequeña escala.*

---

Corporación Financiera Internacional (CFI)

<http://www.ifc.org/ogc/publications.html>

*Ver la sección sobre manuales. Tiene enlaces con publicaciones relativas a consultas con el público y la incorporación de preocupaciones sociales en la toma de decisiones del sector privado.*

---

Environment Australia Online

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

*Manual de consulta con la comunidad y su participación en el programa de mejores prácticas de gestión ambiental en minería. Se pueden conseguir ejemplares impresos de la serie contactando a Environment Australia*

---

PNUMA

<http://www.mineralresourcesForum.org/workshops/regulators/2002/docs/workshop.report.pdf>

*Cómo las regulaciones gubernamentales interactúan con iniciativas voluntarias para mejorar el desempeño ambiental del sector minero (2002)*

---

Western Australia Chamber of Minerals and Energy

<http://www.mineralswa.asn.au/~cmepubs/page4.html>

*Mining and the Community: folleto con estudios de caso y enlaces de investigación de la participación de partes interesadas en la planificación y actividades de minería en Australia.*

---

### **Financiación del cierre y de la rehabilitación del sitio**

Victoria Natural Resources and Environment Department

[http://www.nre.vic.gov.au/web/root/domino/cm\\_da/nrenmp.nsf/frameset/](http://www.nre.vic.gov.au/web/root/domino/cm_da/nrenmp.nsf/frameset/)

NREMineralsandPetroleum

*Strategic Framework for Mine Closure, ANMEC y Consejo de Minerales de Australia; y Establishment of Rehabilitation Bonds for Mining and Extractive Industry.*

---



### **UICN – Unión Mundial para la Naturaleza**

La Unión Mundial para la Naturaleza, fundada en 1948 agrupa a Estados soberanos, agencias gubernamentales y una diversa gama de organizaciones no gubernamentales, en una alianza única: más de 1000 miembros diseminados en aproximadamente 140 países.

Como Unión, la UICN busca influenciar, alentar y ayudar a los pueblos de todo el mundo a conservar la integridad y la diversidad de la naturaleza, y a asegurar que todo uso de los recursos naturales sea equitativo y ecológicamente sustentable.

La Unión Mundial para la Naturaleza fortalece el trabajo de sus miembros, redes y asociados, con el propósito de realzar sus capacidades y apoyar el establecimiento de alianzas globales para salvaguardar los recursos naturales a nivel local, regional y global.

### **Serie Gestión de Ecosistemas de la UICN**

Los medios de subsistencia de las personas en todo el mundo dependen de los bienes y servicios que les brindan los ecosistemas: agua y aire limpios, alimentos, combustibles y materiales de construcción. Los ecosistemas, sin embargo, se encuentran bajo una presión creciente debido a una utilización insostenible y a una evidente transformación. Para hacer frente a esta amenaza, la UICN promueve el uso del enfoque por ecosistemas, una estrategia para la gestión integrada de la tierra, del agua y de los recursos vivos, que coloca las necesidades humanas en su centro. La finalidad de la Serie Gestión de Ecosistemas es compartir las lecciones aprendidas a partir de la aplicación del enfoque por ecosistemas, tanto en el terreno como en el ámbito de políticas, para ayudar a hacer realidad la visión de la UICN de un mundo justo que valore y conserve la naturaleza.

Programa de Gestión de Ecosistemas de la UICN  
Rue Mauverney 28  
CH-1196 Gland  
Suiza  
Tel.: + + 41 22 999 02 15  
Fax: + + 41 22 999 00 10  
Correo electrónico: [ecosystems@iucn.org](mailto:ecosystems@iucn.org)  
[www.iucn.org/themes/cem](http://www.iucn.org/themes/cem)

Servicio de Publicaciones de la UICN  
219c Huntingdon Road  
Cambridge, CB3 0DL  
Reino Unido  
Tel.: + + 44 1223 277 894  
Fax: + + 44 1223 277 175  
Correo electrónico: [books@iucn.org](mailto:books@iucn.org)  
[www.iucn.org/bookstore](http://www.iucn.org/bookstore)

**UICN**  
Unión Mundial para la Naturaleza

