



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES EN ECONOMÍA

*Minerías a cielo abierto en Áreas Naturales Protegidas, Caso Los  
Cardones en la Reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna*

## ENSAYO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
Especialista en Economía Ambiental y Ecológica

PRESENTA:  
Paloma Ortega Arriaga

TUTORA:  
Mtra. Karina Caballero Güendulain

MÉXICO D.F., JUNIO DE 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# ÍNDICE

<b>1.1 Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Marco Conceptual</b> .....	<b>1</b>
1.2.1 Presión .....	1
1.2.2 Estado .....	2
1.2.3 Respuesta .....	2
<b>1.3 Caracterización de la problemática</b> .....	<b>3</b>
1.3.1 Reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna .....	4
<b>1.4 Política ambiental relacionada</b> .....	<b>8</b>
1.4.1 Ámbito internacional .....	8
1.4.2 Ámbito nacional .....	8
1.4.3 Caso Los Cardones-MIA .....	11
<b>2. Análisis de política pública</b> .....	<b>12</b>
2.1 Análisis de resultados de la política tratada .....	16
2.2 Discusión de pertinencia de la política tratada .....	19
<b>3. Valoración económica</b> .....	<b>21</b>
3.1 Descripción hídrica .....	22
3.1.1 Región Hidrológica Administrativa I .....	22
3.1.2 Baja California Sur .....	23
3.2 Impacto en los servicios hidrológicos .....	25
3.3 Impacto en la cobertura vegetal .....	28
3.4 Proyección de pérdida de servicios ambientales .....	29
3.5 Comparación de costos .....	31
<b>4. Conclusiones</b> .....	<b>32</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>34</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>38</b>

## 1.1 Introducción

El tema a investigar a lo largo de este trabajo es el establecimiento de minerías a cielo abierto en Áreas Naturales Protegidas (ANP) en México; para su análisis se tomará el caso específico de la concesión a la minería a cielo abierto, proyecto conocido actualmente como “Los Cardones”, en la Reserva de la Biosfera de la Sierra de la Laguna (REBIOSLA) en el estado de Baja California Sur (BCS).

La elección de este caso se justifica en la importancia que tiene la REBIOSLA para BCS y por la manera en que esta área se está viendo amenazada a pesar de haber sido decretada desde 1994 como una de las primeras reservas de la biosfera en nuestro país (Ortega y Romero, 2013). Así, este caso refleja uno de los mayores desafíos que enfrentan las ANP en México en el presente.

## 1.2 Marco conceptual

Para analizar el problema y la amenaza del establecimiento de una minería a cielo abierto en la REBIOSLA, se utilizara el Marco de Referencia de Presión-Estado-Respuesta (PER) de la OCDE.

**Diagrama 1: Marco de Referencia PER**



Fuente: Elaboración propia con información de OCDE.

### 1.2.1 Presión

Existe un incremento en la demanda global de minerales y metales estratégicos, lo cual conlleva a una presión externa sobre los países ricos en estos recursos,

como es el caso de México, para su explotación. SNL Metals & Mining reportó en el 2015 a México como el primer destino en inversión en exploración minera en América Latina, ocupando el cuarto lugar en el mundo. Asimismo, es el quinto país con mejor ambiente para hacer negocios mineros, según un reporte de Behre Dolbear<sup>1</sup>.

En la REBIOSLA existen una gran cantidad de minerales metalíferos en la zona, razón suficiente para que desde hace varios años diversas empresas mineras, nacionales e internacionales, busquen obtener permisos para explotar los recursos mineros de la zona. Actualmente, el proyecto “Los Cardones” representa la mayor amenaza. Derivado de lo anterior, la mayor presión que se ejerce es el cambio en el uso de suelo forestal a minero en la Reserva.

### **1.2.2 Estado**

En caso de que no se revoquen las concesiones mineras otorgadas en la zona hasta ahora y, si además, se presentará la situación en la que se autorice el cambio en el uso de suelo para poder realizar la operación minera, el estado del medio ambiente de la REBIOSLA se verá afectado así como la salud de las poblaciones cercanas. Además, Ortega y Romero (2013) mencionan la desaparición de las actividades agropecuarias, agroindustriales y turísticas como otra de las consecuencias de la minería a cielo abierto. El detalle de estos impactos se describirá más adelante.

### **1.2.3 Respuesta**

Dada la importancia que representa la Sierra de la Laguna para BCS, desde 1994 forma parte del sistema de ANP en la modalidad de Reserva de la Biosfera. Esta es una forma de proteger la biodiversidad de ecosistemas únicos y de promover su conservación, de acuerdo a lo que establecen las diferentes legislaciones al respecto, como la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA) y su Reglamento. Además, al ser ANP, la REBIOSLA cuenta con un

---

<sup>1</sup> Datos obtenidos de la Secretaría de Economía (2015).

Programa de Manejo, sin embargo, no existe un ordenamiento ecológico específico ni actual de la zona.

En respuesta, la sociedad ha exigido la cancelación de los diferentes proyectos de minería en BCS así como la revocación de las concesiones mineras otorgadas a la fecha mediante movilizaciones colectivas (León, 2011). Además, se han creado varias asociaciones civiles como Defiende la Sierra, por ejemplo.

### **1.3 Caracterización de la problemática**

Las ANP son uno de los esquemas de conservación utilizados en México para proteger y preservar los ecosistemas y la biodiversidad. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) las define como: *“porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido sustancialmente alterado o bien son áreas que requieren ser preservadas y restauradas y que proveen una serie de beneficios y servicios ambientales a la sociedad”*.

Actualmente, existen 177 ANP de carácter federal bajo la administración de la Conanp, el equivalente a 25,628,239 hectáreas. Del total, 41 están clasificadas como Reserva de la Biosfera (12,751,149 hectáreas)<sup>2</sup>. Lo que representa 50% del total de hectáreas federales protegidas del territorio nacional.

Puntualmente, sobre las reservas de la biosfera se especifica lo siguiente: *“se constituirán en áreas biogeográficas relevantes a nivel nacional , representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados , en los cuales habiten especies representativas de la biodiversidad nacional , incluyendo a las consideradas endémicas , amenazadas o en peligro de extinción”* (Artículo 48, LGEEPA).

En la gráfica se puede observar la tendencia de la superficie protegida y bajo manejo sostenible, el cual es uno de los componentes del indicador clave de

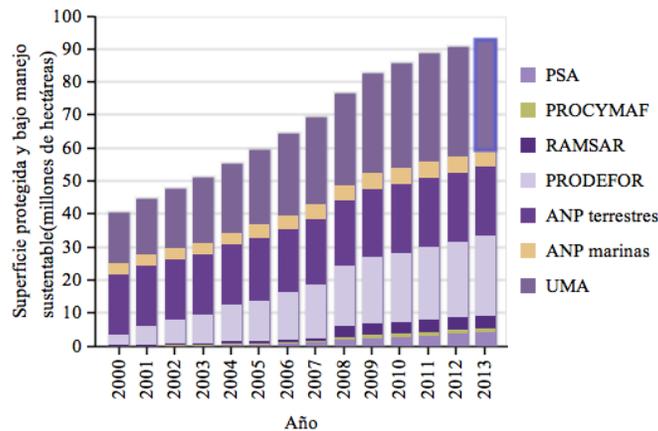
---

<sup>2</sup> Datos obtenidos de Conanp (2015).

Biodiversidad del Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA) de la Semarnat. La tendencia muestra un crecimiento lento pero constante de la extensión de la superficie en las ANP terrestres entre 2000-2013.

**Gráfica 1: Superficie protegida y bajo manejo Sostenible en México**

TENDENCIA/SITUACIÓN



Fuente: SNIA. 2014.

### 1.3.1 Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna (REBIOSLA)

La Sierra de la Laguna se encuentra localizada entre los municipios de La Paz y Los Cabos, en BCS. Abarca una extensión de 112,437 hectáreas (Conabio, 1995). A lo largo de esta zona viven aproximadamente 9,716 personas (Unesco, 2011).

Desde 2003, forma parte de la red de 651 reservas del “Programa el Hombre y la Biosfera” de la UNESCO (Unesco, 2015). Además, por su riqueza ecosistémica y específica, la Sierra de la Laguna es una de las 152 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) designadas por Conabio (Conabio, 2012).

Entre las principales características ecosistémicas de la zona, Arriaga y Ortega (1988), establecen: posee la mayor diversidad biológica de todo el Estado, presenta un alto grado de endemismo, contiene uno de los acuíferos más grandes de la región, comprende el único bosque de pino y encino del Estado, además de contar con la única selva seca de la península de BCS.

Es el principal sitio de recarga de los mantos acuíferos de la región, por lo tanto, de la conservación de sus ecosistemas depende la única alternativa que garantiza el suministro de agua a la zona más productiva de BCS. A pesar de ser una de las reservas de la biosfera con menor población, de los servicios ambientales que ésta presta dependen miles de habitantes de la península (Arriaga y Ortega, 1988).

La zona núcleo de la REBIOSLA abarca una extensión de 32,519 hectáreas, ésta a su vez se subdivide en una subzona de protección y una subzona de uso restringido. El área tiene dos zonas de amortiguamiento. La primera comprende una superficie de 79,317 hectáreas, que rodea a la zona núcleo. La segunda, se encuentra dentro de la zona núcleo y abarca una extensión de 600 hectáreas<sup>3</sup>. De acuerdo con el Programa de Manejo, la minería está prohibida en todas las subzonas de la REBIOSLA excepto en la subzona de aprovechamiento especial.

Los resultados de un estudio realizado por Armendáriz-Villegas *et al* (2015), revelaron que 1,609 concesiones mineras otorgadas en territorio nacional, con información hasta 2010, coinciden con un tercio de las ANP federales. Es decir, que las concesiones mineras se superponen a 1,500,000 de hectáreas de ANP, aproximadamente. El caso de la REBIOSLA no es la excepción. En el Anexo 1 y 2 están las concesiones mineras vigentes en dicha zona.

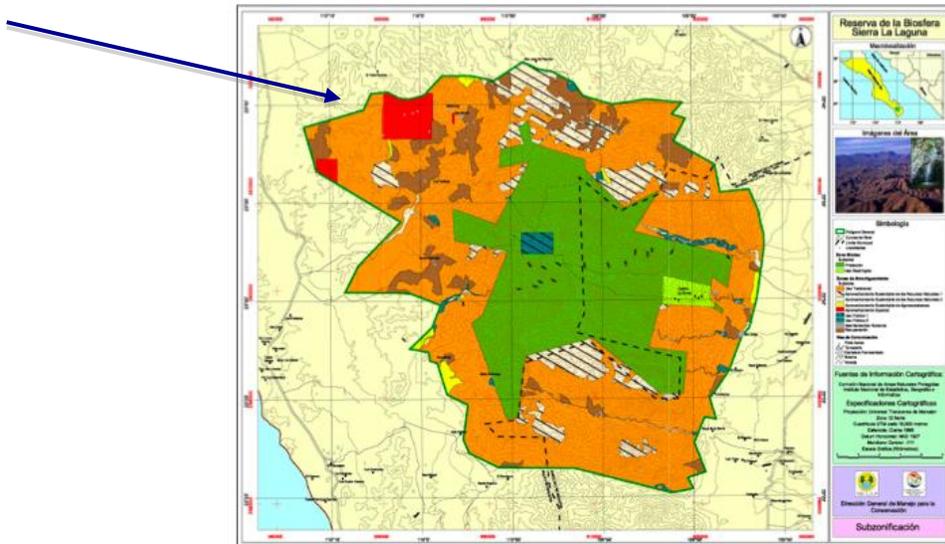
La mayor amenaza minera actualmente es el proyecto Los Cardones, que originalmente tuvo el nombre Paredones Amarillos y luego fue conocido como Concordia. En junio de 2014 se le concedió el permiso ambiental para poder extraer oro de la REBIOSLA. El proyecto implicaría la extracción de oro a cielo abierto ocupando 400 hectáreas de la zona de amortiguamiento de la Reserva.

---

<sup>3</sup> Datos obtenidos del Programa de Manejo REBIOSLA.

## Mapa 1: Zonificación Reserva – Ubicación Los Cardones

### Mina Los Cardones



Fuente: Programa de Manejo REBIOSLA

El proyecto estima que la mina tenga una vida útil de 10 años, periodo en el que se extraerán alrededor de 40 toneladas de oro. Según cálculos de la misma empresa, se producirán 3 toneladas de desperdicio por cada gramo de oro obtenido. Es decir, que, en promedio, diariamente se producirán 47 millones de kilogramos de piedra de desecho, lo cual equivaldría a 179 millones de toneladas de desecho durante los 10 años de operación de la mina. Además, la operación de la mina generaría un cráter de 76.20 hectáreas dentro de la REBIOSLA<sup>4</sup>.

Ortega y Romero (2013) citan a la Asociación Ecologista Costarricense Amigos de la Tierra (AECO-AT, 2001) y a Rodríguez-Becerra (2011) para enlistar los impactos ambientales que una minería a cielo abierto implica: afectación severa de la superficie y del entorno en general, contaminación del aire, ríos y acuíferos agotados, afectación de aguas superficiales, subterráneas o freáticas, afectación de los suelos, impactos sobre la flora y fauna, impacto escénico posterior a la explotación, drenajes ácidos y arrastre de metales pesados así como vapores y

<sup>4</sup> Datos obtenidos de [defiendelasierra.org](http://defiendelasierra.org).

emanaciones tóxicas. Al respecto, los autores agregan la liberación de gases invernadero en la zona que contribuyen al calentamiento global.

Niparajá (2013) también proyecta una liberación total de 93,412 toneladas de arsénico al agua subterránea, durante el tiempo de vida de Los Cardones. De ese total, casi 78% corresponde a la actividad de la presa de jales, mientras que el resto lo ocasionarán las tepetateras.

Entre los impactos sociales más importantes de una minería a cielo abierto se debe considerar las afectaciones principales a la salud humana de las poblaciones cercanas a estos proyectos. De acuerdo con datos de la OMS (2012), las poblaciones expuestas al arsénico pueden presentar, en el largo plazo, cáncer y lesiones cutáneas, problemas de desarrollo, enfermedades cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes. De presentarse una intoxicación aguda, los síntomas se manifiestan en vómito, dolor abdominal y diarrea, seguido de entumecimiento en extremidades o calambres musculares pudiendo causar la muerte en casos extremos<sup>5</sup>.

Por lo tanto, el proyecto minero Los Cardones es una amenaza para la biodiversidad de la Sierra de la Laguna. Generaría muchos desechos materiales y partículas tóxicas como arsénico, cianuro, entre otros, los cuales atentan contra la salud de la población aledaña y afectarían al Estado en general, ya que estos insumos se transportarán por las ciudades principales para poder llegar a la REBIOSLA. Asimismo, después de su utilización quedarán libres en el ambiente, lo cual es un riesgo de contaminación. Por último, aunque el tamaño de la población que vive en la Reserva es relativamente pequeño, el lugar es el principal sitio de recarga de acuíferos que permite suministrar agua a la parte sur de BCS. Suministro del que dependen miles de personas que habitan en La Paz y Los Cabos, especialmente.

---

<sup>5</sup> OMS (2012).

## **1.4 Política ambiental relacionada**

### **1.4.1 Ámbito internacional**

A nivel internacional, existe el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), el cual tiene un programa enfocado en Áreas Protegidas. Sobre éstas dice que “*son las piedras angulares de la conservación de la diversidad biológica*”; se considera un tratado internacional vinculante<sup>6</sup>, suscrito actualmente por 192 países, incluido México.

Gracias al CDB se ha fortalecido el debate internacional sobre la diversidad biológica, dando como resultado un Plan estratégico para la diversidad biológica a cumplirse entre 2011 y 2020, lapso de tiempo que Naciones Unidas ha nombrado como el Decenio sobre Diversidad Biológica.

Parte de este Plan estratégico son las Metas de Aichi para la diversidad biológica, divididas en cinco objetivos que incluyen un total de 20 acciones a cumplirse en 2020.

### **1.4.2 Ámbito nacional**

En México, las ANP son administradas por la Conanp y se crean mediante un decreto presidencial. Las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la LGEEPA, su Reglamento, el programa de manejo correspondiente al ANP y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

Las 177 ANP de carácter federal administradas por Conanp están divididas en nueve regiones territoriales. La REBIOSLA es administrada por la Dirección Regional Península de Baja California y Pacífico Norte.

---

<sup>6</sup> La condición de vinculante supone que los Estados firmantes asumen la obligación legal de cumplirlo.

La LGEEPA establece<sup>7</sup> la división territorial de las ANP en zonas núcleo y zonas de amortiguamiento, para determinar las actividades que pueden llevarse a cabo en cada una. El objetivo principal de las zonas núcleo es la preservación de los ecosistemas; las zonas de amortiguamiento tienen como función principal orientar hacia el desarrollo sustentable las actividades de aprovechamiento, que varían dependiendo la subzonificación que se trate. En la REBIOSLA, encontramos una zona núcleo y dos zonas de amortiguamiento, las cuales incluyen todas las subzonas a excepción de la de preservación.

En su artículo 49, la LGEEPA prohíbe expresamente desarrollar cualquier actividad contaminante en las zonas núcleo de las ANP. Refiere también, en su artículo 62, que los cambios de uso de suelo sólo podrá modificarlos la autoridad que haya establecido el ANP correspondiente.

El Reglamento de la LGEEPA en materia de ANP obliga a contar con autorización de la Semarnat, solicitada ante Conanp, para la realización de obras, trabajos y explotación minera dentro de un ANP. Indica que la Conanp verificará que las actividades a realizar sean compatibles con el programa de manejo del ANP. También establece la evaluación al impacto ambiental, presentada por el promovente de obras o trabajos mineros, que deberá iniciarse ante el Instituto Nacional de Ecología pero de tratarse en un ANP será remitida a Conanp.

La REBIOSLA cuenta con su Programa de Manejo desde 2003<sup>8</sup>, el cual propone priorizar acciones para disminuir o combatir amenazas relacionadas con actividades productivas y aprovechamiento de recursos, entre ellas la “exploración

---

<sup>7</sup> Artículo 47 BIS, LGEEPA.

<sup>8</sup> En éste se establece : “En la ejecución de nuevas obras o actividades de exploración y explotación de recursos minerales dentro de las subzonas de aprovechamiento especial , la Semarnat evaluará cada solicitud en los términos establecidos en la LGEEPA , sus reglamentos en materia de impacto ambiental y de Áreas Naturales Protegidas , Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones aplicables . Las actividades mineras que se vienen realizando actualmente en estas subzonas podrán continuar realizándose siempre y cuando se lleven a cabo de conformidad con los términos de los instrumentos legales y reglamentarios aplicables . Todo proyecto que pretenda la exploración y explotación minera deberá ser compatible con los objetivos de conservación de la Reserva , y los criterios establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, para el aprovechamiento y desarrollo sustentable de los recursos naturales”.

y explotaciones mineras”. La Regla 81 del Programa de Manejo prohíbe la realización de actividades mineras en las zonas núcleo y establece que éstas únicamente podrán realizarse en las subzonas de amortiguamiento específicas a aprovechamiento especial.

El Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental obliga a cualquier tipo de obra o instalación dentro de las ANP de competencia de la Federación a contar con previa autorización de la Semarnat en materia de impacto ambiental; entre estas obras o actividades se incluyen la exploración, explotación y beneficio de minerales<sup>9</sup>.

La Ley Minera, publicada en el DOF en 1992, establece en su artículo 20 que las obras y trabajos de exploración y explotación minera que se realicen en las ANP únicamente podrán realizarse con autorización, permiso o concesión de las autoridades que tengan a su cargo dichas áreas. Los titulares de concesiones mineras<sup>10</sup> así como las personas que se beneficien de minerales<sup>11</sup> están obligados a sujetarse a las disposiciones generales y a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad en las minas y de equilibrio ecológico y protección al ambiente. Por su parte, el Artículo 39 exhorta a los concesionarios mineros a procurar el cuidado del medio ambiente y la protección ecológica.

El Reglamento de la Ley Minera, publicado en el DOF en 2012, indica en su Artículo 23 que el otorgamiento de las concesiones y asignaciones mineras no exime a sus titulares de la obligación de cumplir con las disposiciones en materia ambiental.

Además de esta legislación, existen NOM's específicas para actividades mineras, como es el caso de la NOM-120-SEMARNAT-2011, NOM-141-SEMARNAT-2003, NOM-157-SEMARNAT-2009, NOM-159-SEMARNAT-2011 y la NOM-155-SEMARNAT-2007.

---

<sup>9</sup> Artículo 5, ídem.

<sup>10</sup> Artículo 27, Ley Minera.

<sup>11</sup> Artículo 37, ídem.

### 1.4.3 Caso Los Cardones - MIA

Los Cardones, a cargo de la empresa Desarrollos Zapal, SA de CV, explica en su Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) modalidad regional, que se trata de un proyecto minero metalúrgico con obras y actividades para la explotación de una mina de tajo abierto en la delegación San Antonio, municipio de La Paz, BCS, dentro de los predios Jesús María y La Junta, ambos propiedad de la empresa referida.

En la MIA se describe los terrenos donde se pretende desarrollar el proyecto como “cubiertos de vegetación de zonas áridas”, por lo que solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales a uso industrial. También reconoce que “el predio propuesto para el proyecto actualmente forma parte, parcialmente, del área de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera de la Laguna”.

La justificación en materia de rentabilidad del proyecto indica que en esa zona hay reservas probadas y probables que aportarán 37.95 toneladas métricas de dore de oro. Además, pretende ofrecer la creación de 1,500 empleos directos e indirectos, significará una inversión de 2,821 millones de pesos y un gasto operacional total de 6,357 millones de pesos.

En la MIA del proyecto minero se asegura que Los Cardones también se justifican desde el punto de vista ambiental, con base en “diversas investigaciones”<sup>12</sup> realizadas por una decena de empresas e instituciones ambientales de BCS, sin embargo no detalla las mismas ni ofrece datos para conocer de cuáles se trata.

Asegura incluso que tomando en cuenta las recomendaciones ambientales de esas empresas e instituciones, el proyecto Los Cardones no haría uso del agua del acuífero de la región y es por ello que se busca desarrollar una planta desalinizadora en la costa.

Aunque acepta que el hecho de que el agua para el proceso industrial provenga de una planta desalinizadora supondría un riesgo potencial de contaminación por

---

<sup>12</sup> Pág. II-8, MIA Los Cardones.

descarga de aguas residuales, asegura que: “los 7500 m<sup>3</sup> de agua que serán empleados diariamente para producción mineral estarán sometidos a un ciclo cerrado de manera que no habrá descargas de aguas residuales al suelo ni subsuelo”.<sup>13</sup>

## 2. Análisis de política pública

Las Áreas Naturales Protegidas son una de las principales estrategias de política ambiental para promover la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, cerca de 12% de la superficie del país se encuentra bajo la protección de las ANP federales (Conabio, 2007).

Entre los principales factores determinantes de la pérdida de biodiversidad se encuentran el cambio de uso de suelo. Las principales fuerzas que promueven dicho cambio son la expansión de la frontera agropecuaria y urbana así como el crecimiento de la infraestructura. El principal impacto es la afectación a la biodiversidad y los servicios ambientales.<sup>14</sup>

El tema de minería a cielo abierto en las ANP es muy complejo y atraviesa de manera transversal la política ambiental nacional actual, en específico las agendas verde, gris y azul. En el caso de la agenda verde, ésta tiene que ver con la protección de ecosistemas, uso sustentable de recursos y servicios ambientales. La gris, por la contaminación potencial y la generación de metales pesados que conlleva el proceso productivo de extracción minera, y la azul, porque el proceso industrial también afecta el servicio hídrico además de que atenta contra la protección ecosistémica del agua.

En el Programa de Manejo de la REBIOSLA se especifica que la minería está prohibida en todas las subzonas que conforman las zonas de amortiguamiento de la Reserva, excepto en la subzona de aprovechamiento especial (Regla 81). En dicha zona, se permite la exploración y explotación de recursos mineros acordes

---

<sup>13</sup> Pág. II-10, ídem.

<sup>14</sup> Provencio, E. (2015). *Sesión 6: Protección, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad y los servicios ambientales* [Material de clase]. Posgrado de Economía. UNAM. Ciudad de México, México.

con políticas de conservación. Se especifica que las actividades de explotación de recursos naturales en dicha subzona serán compatibles con los objetivos de la misma cuando originen beneficios públicos y sociales.

Es en esta área donde se pretende establecer la mina Los Cardones, valiéndose de que en efecto esta subzonificación permite la actividad minera aunque especifica que únicamente se refiere a la existente hasta antes de la declaratoria del ANP.

También indica que las solicitudes de ejecución de nuevas actividades de exploración y explotación de los recursos mineros dentro de esta zona deberán ser evaluados por la Semarnat en los términos establecidos en la LGEEPA, sus reglamentos en materia de impacto ambiental y de ANP, NOM's y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Asimismo, el Programa de Manejo determina que todo proyecto que pretenda realizar este tipo de actividades en la zona deberá ser compatible con los objetivos de conservación de la Reserva y con los criterios establecidos por las NOM's aplicables, para el aprovechamiento y desarrollo sustentable de los recursos naturales.

Es útil recordar que al momento de la publicación del Programa de Manejo, 2003, no existía aprovechamiento de minerales en la REBIOSLA. Los antecedentes, especifica el documento, corresponden a denuncios y se practican únicamente actividades exploratorias que han tenido éxito en la zona noroeste. De hecho se tenía una autorización para el aprovechamiento de minerales de oro y plata.

Por lo anterior, el Programa exhorta a poner especial atención en la actividad minera, dado que el potencial que presenta requiere de mecanismos de regulación que eviten impactos significativos e irreversibles que propicien el deterioro de los recursos naturales y en consecuencia pongan en riesgo la sustentabilidad del área.

En específico sobre la industria minera, la LGEEPA establece en su artículo 5 que es facultad de la Federación regular las actividades relacionadas con la

exploración, explotación y beneficio de los minerales, en lo relativo a los efectos que dichas actividades pueden generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente.

En el artículo 28 de la LGEEPA se indica que las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales requerirán una autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Semarnat.

La evaluación del impacto ambiental es definida por esta Ley como el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico.

Para obtener la autorización, los interesados deben presentar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cual deberá contener una descripción de los posibles efectos en los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad minera, así como medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente<sup>15</sup>.

Se establece también que las manifestaciones de impacto ambiental serán puestas a disposición del público para consulta de cualquier interesado<sup>16</sup>.

En el Artículo 35 se indica que una vez evaluada la MIA, la Semarnat puede autorizar la realización de la obra o actividad minera, autorizarla de manera condicionada al establecimiento de medidas adicionales de prevención o mitigación o bien negar la autorización cuando se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las NOM's y demás disposiciones aplicables. O bien cuando la obra pueda propiciar que alguna especie sea declarada como amenazada o en peligro de extinción. También se establece negar la autorización en caso de existir información falsa respecto del impacto ambiental, dentro de la proporcionada por los promoventes.

---

<sup>15</sup> Artículo 30, ídem.

<sup>16</sup> Artículo 34, ídem.

En este mismo artículo también se especifica que la Semarnat “*deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación*”<sup>17</sup>.

Dentro del marco regulatorio de las minas se han establecido diversas Normas Oficiales Mexicanas que tratan en específico este sector, entre ellas la NOM-120-SEMARNAT-2011, que establece las especificaciones de la protección ambiental para las actividades de exploración minera directa en zonas agrícolas, ganaderas, de clima seco y templado o con vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.

También la NOM-141-SEMARNAT-2003, que aborda criterios para las presas de jales, la NOM-157-SEMARNAT-2009, sobre manejo de residuos mineros, y la NOM-155-SEMARNAT-2007, la cual marca los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata. Recordemos que el proyecto Los Cardones pretende la extracción de oro.

A pesar de que por ley los proyectos mineros están obligados a presentar una MIA en la que se establezcan sus impactos ambiental y las medidas que llevarán a cabo para mitigarlos, el proyecto Los Cardones no proporciona información relacionada con los manantiales que se ubican dentro de los terrenos en los que pretende construir la mina.

El proyecto también contraviene algunas de las reglas del Programa de Manejo de la REBIOSLA. Tal es el caso de la Regla 58 del Programa, la cual prioriza cualquier especie protegida de flora y fauna sobre cualquier actividad productiva que pretenda desarrollarse e, incluso, establece que se deberá promover la cancelación de la actividad. Además se opone al apartado XII de la Regla 84, el cual prohíbe: “*las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, que puedan causar alteraciones a las*

---

<sup>17</sup> Artículo 35, ídem LGEEPA.

*especies de fauna silvestre, así como modificar o alterar formaciones naturales y estructuras rocosas”.*

Asimismo, Los Cardones contraviene el primer objetivo particular establecido en el Programa de Manejo de la REBIOSLA, que indica lo siguiente:

*“Definir y establecer las estrategias para asegurar la protección de los ecosistemas presentes en la Reserva, la preservación de la diversidad genética y la continuidad evolutiva de las plantas y animales existentes en la región, en particular las especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción; así como los lineamientos que logren el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales que aseguren el ciclo hidrológico, la conservación de los suelos, la estabilidad climática y los procesos naturales de sucesión de las diversas formas vegetales”.*

Con todo, la Regla 44<sup>18</sup> deja abierta la posibilidad a proyectos mineros para que se otorgue el cambio de uso de suelo en la REBIOSLA, lo que implica el aprovechamiento de los recursos naturales.

Así, se considera que aunque las ANP sean un instrumento de conservación de la biodiversidad, la misma reglamentación permite que las reglas del juego cambien para dar entrada a actividades con un potencial impacto ambiental, como es el caso de la minería a cielo abierto.

## **2.1 Análisis de resultados de la política tratada**

De acuerdo con la Conabio (2007), en 70% de las ANP federales se observan procesos de pérdida de vegetación primaria, lo que significa que este instrumento no garantiza la protección de biodiversidad; incluso acepta que existe una sobreposición de concesiones mineras en áreas prioritarias para la conservación. A lo largo del territorio, dentro de estas áreas ya existen concesiones mineras, ya sea que estén en la fase de exploración o explotación de los recursos.

---

<sup>18</sup> Establece que para el cambio de uso del suelo se deberá contar con la autorización correspondiente, previa presentación de una manifestación de impacto ambiental en la modalidad definida por la Semarnat, en términos de las disposiciones legales aplicables.

En el caso específico de la REBIOSLA se ve una afectación mayor en la parte noroeste, donde se encuentra el proyecto Los Cardones, el cual actualmente ha terminado su fase de exploración y se encuentra listo para iniciar la de explotación en cuanto obtenga el cambio de uso de suelo por parte el municipio de La Paz.

En el estudio realizado por Armendáriz-Villegas *et al* (2015) se concluye que del total de concesiones mineras que se tenía hasta 2010 (24,748), 1,609 se sobreponen a 1,500,000 de hectáreas de ANP en México. Para el caso de Reservas de la Biosfera, 63% de su territorio tiene concesiones mineras.

En dicho estudio se hace mención del caso de la Sierra de la Laguna, especificando que de las 112,437 hectáreas decretadas, en un área de 9,185 hectáreas se sobreponen concesiones mineras, lo que representa 8% de la extensión de la Reserva. Lo anterior tomando en cuenta las 19 concesiones mineras que se conocían hasta 2010 (30% en fase de exploración y 70% en fase de explotación). Además, las concesiones mineras que se encuentran cerca de los límites de la Reserva, que no se ven reflejadas en este 8%, también aumentan la vulnerabilidad de la misma.

International Community Foundation, una fundación estadounidense que apoya comunidades en todo el mundo, auspició un estudio<sup>19</sup> sobre la mina Los Cardones en el que concluyó que ésta no generará más de 15 millones de dólares de PIB en la economía local durante su vida útil (10 años). Es decir, no tendrá ningún efecto económico significativo, por lo que sus efectos macroeconómicos potenciales podrían ser equivalentes a 1.8% de la actividad económica de BCS.

Los efectos económicos indirectos no superarían los 15 millones de dólares de PIB por año, lo que se considera como marginal para la economía de BCS.

El estudio identifica que la estabilidad económica de BCS se sustenta en tres condiciones principales: el crecimiento está liderado por el sector terciario, es

---

<sup>19</sup> Centre for Social Responsibility in Mining, The University of Queensland. *Análisis del desarrollo minero en Baja California Sur: proyecto minero Los Cardones*. International Community Foundation, Australia, 2014.

equilibrado entre los distintos sectores económicos y las actividades económicas son complementarias.

Por ello, en caso de materializarse la actividad minera de Los Cardones debe garantizarse que no afecta el liderazgo económico del sector terciario en la economía estatal, ni el crecimiento equilibrado de los distintos sectores económicos ni la complementariedad de las actividades económicas.

Entre los servicios ambientales que ofrece la REBIOSLA, cabe resaltar su importancia hídrica, ya que de ésta depende 70% del suministro de agua que se consume en La Paz y Los Cabos. Debido a que en la Reserva se da la mayor captación de agua de lluvias en el Estado, según datos del Programa de Manejo.

Los desechos contaminantes que se producirán con la actividad minera han sido advertidos por organizaciones ambientales<sup>20</sup>, que incluso han considerado como “ilegal”, “delirante” y “omiso” el actuar de las autoridades ambientales federales<sup>21</sup> que autorizaron en julio de 2014 el proyecto minero bajo algunas condicionantes.

A pesar de los riesgos existentes, el decreto de la REBIOSLA ha significado hasta este momento externalidades positivas para los habitantes de la región, para quienes ese instrumento de política ambiental ha garantizado el suministro del agua que permite captar la Reserva, principalmente. Por lo que de continuar a su siguiente fase, que sería la de explotación de los recursos mineros, Los Cardones implicaría externalidades negativas para los pobladores.

Además de los impactos en materia hídrica, de contaminación y ambientales, las afectaciones sociales y económicas incidirían en productores y agricultores de la región, quienes temen la contaminación de sus cosechas a causa del arsénico y otros metales pesados en los mantos freáticos, por lo que su producción se vería afectada tanto para el consumo local como para el comercio de exportación.

---

<sup>20</sup> Niparajá estima que Los Cardones arrojarán 179 millones de toneladas de roca fracturada y estéril, otros 56 millones de toneladas de roca procesada y contaminada con cianuro además de más de 93,400 toneladas de arsénico liberadas a los mantos freáticos.

<sup>21</sup> Reynoso y Tinoco (2015). *Oasis en Riesgo* [Video], transmitido en Punto de Partida.

Dicho deterioro de la biodiversidad amenaza el bienestar humano, sobre todo en el caso de los pobladores de zonas rurales e indígenas cuyo medio de subsistencia a menudo depende directamente de la biodiversidad y de los beneficios de los ecosistemas<sup>22</sup>. Tal sería la situación de los 500 habitantes que habitan en la Reserva y cuyo principal medio de subsistencia es la ganadería<sup>23</sup>.

En la legislación nacional se refiere que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, tanto en el Artículo 4º Constitucional como en el 1º de la LGEEPA.

Este derecho a un medio ambiente adecuado, en teoría, debería estar garantizado por el gobierno federal, y el hecho de que su dependencia ambiental, la Semarnat, autorice proyectos como el de la mina Los Cardones, pareciera contrario a lo que establecen la legislación nacional.

## **2.2 Discusión de pertinencia de la política tratada**

A pesar de lo logrado a nivel internacional con las ANP<sup>24</sup>, el mismo Convenio de Diversidad Biológica reconoce que aún falta mucho en materia de evaluación y mejoramiento de la eficacia de las ANP así como en la aplicación de planes financieros sostenibles con carteras diversificadas de mecanismos financieros tradicionales e innovadores que potencien su alcance e impacto.

Así, la figura de ANP no ha sido determinante para detener la minería a cielo abierto. Esta situación no es exclusiva de México, ya que en otros países de Latinoamérica y África, así como otras partes del mundo, se dan casos similares. En Ecuador, las ANP enfrentan situaciones críticas por la presencia de actividades extractivas de recursos naturales no renovables (Andrade, 2009).

---

<sup>22</sup> Provencio, E. (2015). Sesión 6: Protección, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad y los servicios ambientales [Material de clase]. Posgrado de Economía. UNAM. Ciudad de México, México.

<sup>23</sup> Datos de Conanp (2011).

<sup>24</sup> Desde 2004 se han logrado establecer cerca de 6,000 nuevas áreas protegidas, que abarcan más de 60 millones de hectáreas. Actualmente, hay aproximadamente 130,000 áreas protegidas, que comprenden cerca de 13% de la superficie terrestre mundial (CDB).

En países industrializados, como los europeos, Estados Unidos y Canadá e incluso en otros como Costa Rica se ha prohibido la minería a cielo abierto, por los riesgos que esto implica. Sin embargo, en México la ley es permisiva y por ello los complejos industriales de aquellos países buscan asentarse en nuestro territorio. Esto contradice lo establecido en el Principio 14<sup>25</sup> de la Declaración de Río (1992). Por lo que esto nos indica que los intereses privados se están anteponiendo a los principios básicos que establece el derecho ambiental internacional.

Al otorgar concesiones mineras en ANP, sean para exploración o explotación de los recursos, se están evadiendo los lineamientos establecidos por la Ley en cuanto a la actividad minera y su impacto ambiental.

Es necesario que tanto el decreto de la Reserva como su Programa de Manejo sean más eficientes, cuenten con mayores controles regulatorios, definiciones claras que eviten interpretaciones vagas e incluso contradictorias con otras legislaciones. Falta también supervisión y vigilancia al cumplimiento de las normatividades que rigen actualmente la REBIOSLA, ya que sin ello estas normas no serán eficientes.

También, es necesario elaborar un Ordenamiento Ecológico del área en el cual se tome en cuenta el Principio 16 de la misma Declaración de Río: *“las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costes ambientales y el uso de instrumentos económicos”*.

Debe reflexionarse sobre la posibilidad de incorporar otros instrumentos de política ambiental a las ANP para fortalecer su eficacia, por ejemplo los pagos por servicios ambientales (PSA).

Además de su pago de derechos e impuestos correspondientes, la minera debería pagar o asumir otros costos, no sólo en situaciones de accidentes,

---

<sup>25</sup> Establece: “Los Estados deberían cooperar efectivamente para desalentar o evitar la reubicación y la transferencia a otros Estados de cualesquiera actividades y sustancias que causen degradación ambiental grave o se consideren nocivas para la salud humana”.

incumplimientos o fallas, como sucede con las sanciones, multas o regímenes de responsabilidad civil por daño ambiental.

O bien, también debería haber instrumentos financieros, por ejemplo incentivos, para aquellas mineras que redujeran su impacto o afectaciones al medio ambiente de manera comprobada. Hay que recordar que la LGEEPA en su artículo 22 Bis, contempla el otorgamiento de estímulos fiscales para quien incorpore tecnología que reduzca el deterioro ambiental así como por el uso eficiente de recursos naturales.

También se puede pensar en incentivos que promuevan la vigilancia o supervisión del manejo sustentable de la ANP, lo cual podrían realizarlo organizaciones civiles o comuneros cercanos a la zona, ya que el mismo artículo de la LGEEPA dice que el otorgamiento de estos beneficios también considerará de manera prioritaria las actividades de establecimiento, manejo y vigilancia de las ANP.

Entendiendo la importancia económica de la actividad minera<sup>26</sup>, valdría la pena analizar la pertinencia de prohibir la minería a cielo abierto en las ANP, incluso en las subzonas de aprovechamiento especial; esto debería incluir cualquier fase del proceso, tratándose incluso de la exploración.

### **3. Valoración económica**

Para complementar el análisis de la amenaza de la realización del proyecto “Los Cardones” en la Reserva, se detalla una evaluación del capital natural existente en el sitio. Los principales aspectos a considerar son los servicios hidrológicos y la cobertura vegetal de la zona que se verían afectados por el proyecto minero, es por ello que se presenta la cuantificación económica realizada relacionada con dichos aspectos.

---

<sup>26</sup> El sector minero-metalúrgico contribuye con 4% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. Dicho sector generó 352 mil 666 empleos directos y más de 1.6 millones de empleos indirectos al mes de julio de 2015, de acuerdo con el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), según datos de la Secretaría de Economía.

Es pertinente identificar los riesgos potenciales de los servicios ambientales que provee la REBIOSLA derivados del establecimiento de una minería a cielo abierto. El servicio ambiental principal que proporciona la Reserva es el de provisión de suministro de agua para consumo humano en los municipios de La Paz y Los Cabos. Dada su importancia, a continuación se presenta una descripción hídrica a nivel regional y estatal.

### **3.1 Descripción hídrica**

#### **3.1.1 Región Hidrológica Administrativa I**

La Paz y Los Cabos forman parte del estado de Baja California Sur, mismo que se ubica en la Región Hidrológica Administrativa número 1 (RHA I) correspondiente a la Península de Baja California. La RHA I abarca los estados de Baja California y Baja California Sur, que en total comprenden una superficie continental de 154, 279 km<sup>2</sup> con una población de 4.37 millones de habitantes distribuida en 11 municipios. Dicha región aportó el 3.77% al PIB nacional de 2013.

De acuerdo con datos del 2014, el agua renovable, esto es, la cantidad máxima de agua que es posible explotar cada año, fue de 4,958 hm<sup>3</sup>/año mientras que el agua renovable per cápita en ese mismo año era de 1,135 m<sup>3</sup>/habitante/año.

Otros datos relevantes en cuanto a las características hídricas de la región son la precipitación normal anual (1981-2010) de 168 mm, lo cual está muy por debajo de los niveles de precipitación normal del país que fueron de 740 mm en el mismo periodo (1981-2010). La RHA 1 tiene un escurrimiento medio superficial de 3,300 hm<sup>3</sup>/año y cuenta con 88 acuíferos, los cuales tienen una recarga media de 1,658 hm<sup>3</sup>/año.

Lo anterior, son datos importantes a considerar dada su significancia a las aportaciones de la disponibilidad de agua renovable en la región. Además, aunque a nivel nacional el grado de presión sobre el recurso hídrico es bajo (19% en

2014), la región donde se ubican los municipios de La Paz y Los Cabos presenta un alto grado de presión (80% en 2014).<sup>27</sup>

La RHA I está constituida por 7 regiones hidrológicas (RH) que son definidas por Conagua (2015) como: “Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos [...]”. Al Estado le corresponden 4 RH: Baja California Centro-Oeste (RH2), Baja California Suroeste (RH3), Baja California Centro Este (RH5) y Baja California Sureste (RH6).

De acuerdo con el Programa de Manejo (2003), la REBIOSLA se ubica entre la cuenca hidrológica de Arroyo Caracol-Arroyo Candelaria, perteneciente a la RH3, y La Paz Cabo San Lucas, correspondiente a la RH6. Como se puede observar en el mapa (véase Anexo 3), la zona que abarca la mina de Los Cardones se localiza principalmente en la RH3, Baja California Suroeste. Dicha región comprende una extensión territorial de 29,722 km<sup>2</sup>, con 362 hm<sup>3</sup> al año de escurrimiento natural medio superficial y cuenta con 15 cuencas hidrológicas (Conagua, 2015).

### **3.1.2 Baja California Sur**

La precipitación normal anual (1981-2010) del Estado es de 222 mm. Si bien B.C.S. presenta niveles de precipitación por debajo de los del país (740 mm); en la parte sur del Estado se llegan a captar de 201 a 400 mm y se alcanzan niveles entre 401-600 mm en la región de la Sierra de la Laguna, como se puede apreciar en el mapa de la siguiente página.

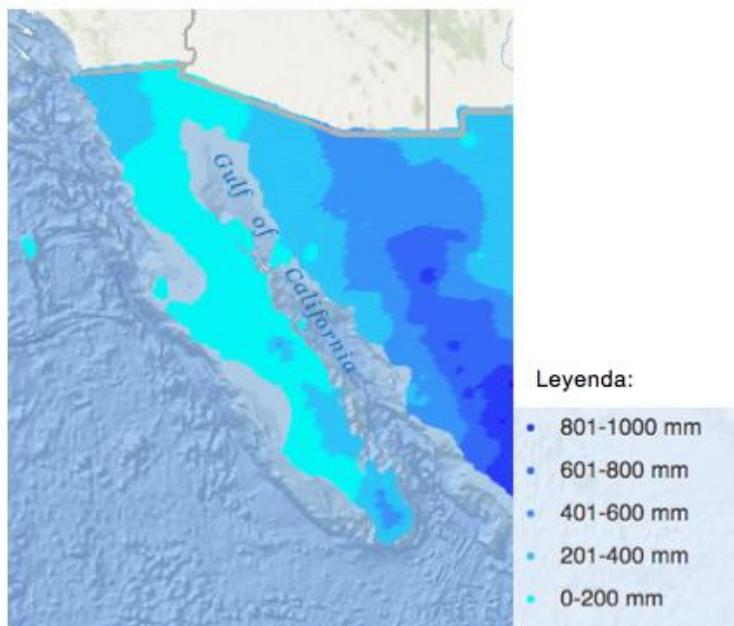
Referente a la Reserva, Flores (2009) especifica que la Sierra de la Laguna es de gran importancia para el Estado al ser una de las principales fuentes de escurrimientos superficiales en la parte sur del mismo. Los resultados del estudio realizado por dicha autora revelaron que el volumen de precipitación promedio

---

<sup>27</sup> Datos obtenidos de Estadísticas del Agua en México 2015.

anual en la REBIOSLA es de 391 mm, incluso se registraron niveles de 683 mm en la estación climatológica de la Sierra de la Laguna.

### Mapa 2: Niveles de precipitación en BCS



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua (SINA, 2015).

Por otro lado, el uso consuntivo del volumen de agua concesionado en BCS se distribuye de la siguiente forma:

### Cuadro 1: Usos del agua en BCS (2014)

<b>Agrícola</b>	<b>334.3 hm<sup>3</sup></b>
<b>Abastecimiento público</b>	<b>63 hm<sup>3</sup></b>
<b>Industria autoabastecida</b>	<b>13.9 hm<sup>3</sup></b>
<b>Energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad</b>	<b>4.3 hm<sup>3</sup></b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Conagua (2014).

Cabe destacar que la presencia de aguas superficiales es escasa en el Estado y que la fuente predominante para uso consuntivo es subterráneo en prácticamente toda la península.<sup>28</sup> De acuerdo con datos del SINA (2014), en BCS existen 39 acuíferos. 17 se encuentran en condición de sobreexplotación mientras que 2 presentan salinización.

### **3.2 Impacto en los servicios hidrológicos**

En la MIA presentada por Desarrollos Zapal, se realiza el análisis de impacto ambiental del proyecto sobre los ecosistemas afectados delimitando una zona conocida como el Sistema Ambiental Regional (SAR). Los escurrimientos superficiales más importantes que se encuentran dentro del SAR son: arroyos El Carrizal, El Palmarito, La Muela, Los Sauces, La Junta y El Rincón. Además, en la MIA se indica que el área del SAR coincide con la zona donde se ubican los siguientes acuíferos:

- Acuífero 311: La Matanza
- Acuífero 312: Cañada Honda
- Acuífero 322: El Carrizal

Se especifica que toda el agua requerida para el funcionamiento de la mina se obtendrá del proceso de desalinización de una planta de 1.920 hectáreas ubicada en la zona costera del océano Pacífico. Dicha planta tendrá una capacidad de producción de 7,500 m<sup>3</sup> de agua al día, lo que representa una cantidad total de 27,375,000 m<sup>3</sup> (27.375 hm<sup>3</sup>), por los 10 años de operación, extraída de los 5 pozos playeros que se pretenden construir para poder obtener el agua del mar y aprovechar su uso para los fines del proyecto. Además, se generarán 431 m<sup>3</sup>/h de salmuera que será derramada en el océano Pacífico, en un área de 49,243 m<sup>2</sup>. Lo anterior, representa una cantidad de 88,000<sup>29</sup> toneladas de sal que serán vertidas al mar.

---

<sup>28</sup> Estadísticas del Agua en México, 2015.

<sup>29</sup> Dato obtenido del documento: Análisis del desarrollo minero en BCS, 2014.

Los residuos derivados de la extracción minera, conocidos como jales, se depositarán en una presa ubicada fuera de los límites de la Reserva. El sitio designado para el establecimiento de la presa de jales es en la cabecera de la cuenca del Arroyo Valle Perdido, el cual abastece al acuífero del Carrizal<sup>30</sup>. Conagua (2009) establece que existe una relación directa entre el acuífero del Carrizal y el acuífero de La Paz, es decir que el agua que se infiltra al primer acuífero también recarga al segundo. Además, actualmente está en construcción un acueducto entre estos dos acuíferos para poder dar abasto a la ciudad de La Paz.

Según datos de la MIA, se estima que los derrames de la presa de jales que pudieran ocurrir, alcanzarían hasta 2.7 km en dirección hacia la cuenca El Carrizal. Sin embargo, una de las críticas que hace Niparajá (2014) a la MIA de Los Cardones es la subestimación del impacto del derrame que se pudiera presentar, dado que hay evidencia que demuestra que contaminantes derivados de las antiguas mineras de San Antonio y El Triunfo, como son el arsénico, han alcanzado a transportarse hasta 30 km de distancia. Niparajá hace notar que la distancia entre la presa de jales y la zona central del acuífero es de 22 km.

Con base en la metodología de un estudio realizado por el INECC (2014) para cuantificar los daños ambientales derivados del derrame de Buenavista del Cobre, S.A., en Sonora, se estimó el costo económico que significaría la afectación del volumen concesionado REPDA para el acuífero del Carrizal y de La Paz si se llegará a presentar un derrame de la presa de jales. Para esto se multiplicó el pago de derechos del agua, determinado en el artículo 223 de la Ley Federal de Derechos (véase Anexo 4), por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por el volumen concesionado en estos dos acuíferos, según la zona de disponibilidad a la que corresponden:

---

<sup>30</sup> Análisis del desarrollo minero en BCS, 2014.

**Cuadro 2: Cuantificación económica de contaminación de los acuíferos**

Clave	Nombre	Volumen REPDA (hm <sup>3</sup> )	Volumen REPDA (m <sup>3</sup> )	Monto (MDP)	Zona de Disponibilidad
322	El Carrizal	12	12,000,000	\$31.36	3
324	La Paz	29	29,000,000	\$217.67	2

Fuente: Elaboración propia.

El monto total asciende a \$249 millones de pesos (MDP) anuales. Cabe destacar que este cálculo es una aproximación para poder cuantificar los costos económicos que implicaría un derrame de la presa de Jales de la mina, ya que al contaminarse este volumen de agua, no podría ser utilizado el recurso hídrico. Se considera que el acuífero que se vería afectado directamente sería el del Carrizal y dada su relación con el acuífero de La Paz, éste también sería afectado.

Otro impacto ambiental que se debe tomar en cuenta es la superficie afectada por el establecimiento de la planta desalinizadora en la costa del estado. Para determinar el valor económico de este impacto se usaron de referencia los valores económicos de los servicios ambientales de Costanza (2011).

Costanza *et al*, realizaron un estudio en 1997 para determinar el valor económico de 17 servicios ambientales de acuerdo al bioma al que pertenecían. Los autores se refieren a los servicios ambientales como aquellos bienes y servicios de los ecosistemas de los cuales los humanos se ven beneficiados por el propio funcionamiento de los ecosistemas. En este sentido, un ejemplo de bienes ambientales serían aquellos recursos naturales que sirven de materia prima o de alimento para las personas. Por su parte, la asimilación de desechos, regulación del clima y del ciclo hidrológico, y el control de erosión, son ejemplos de servicios ambientales.

Para el presente trabajo, se tomó como referencia el valor total<sup>31</sup> por hectárea al año del bioma que se va a afectar por la construcción de la planta desalinizadora. En este caso, el bioma es costero y los valores anuales de los servicios ambientales que presta tienen un valor que asciende a \$8,944.04 dólares por hectárea al año. Se actualizó este valor utilizando el Índice de Precios del Consumidor (CPI) de Estados Unidos de 2011 y 2015<sup>32</sup>, para determinar el equivalente de ese valor en 2015, dando una cifra de \$9,424.29 dólares por hectárea al año. Al multiplicar este nuevo valor por el total de hectáreas consideradas para la planta desalinizadora (1.92), resulta en \$18,095 dólares al año, que es equivalente a \$286,950 pesos anuales<sup>33</sup> (véase Anexo 5). Este monto refleja las pérdidas anuales en unidades monetarias de los servicios ambientales que presta la superficie costera donde se construiría la planta desalinizadora.

### **3.3 Impacto en la cobertura vegetal**

Para la realización del proyecto, es necesario que se desmonte un área total de 505.2532 hectáreas para el establecimiento del emplazamiento minero. De esta superficie total, 490.89 hectáreas corresponden al ecosistema de selva baja caducifolia y 14.3632 hectáreas son de matorral sarcococle.

Con base en los valores determinados por Costanza (2014), se calculó el valor de estas áreas de acuerdo al tipo de bioma al que corresponden. Para la selva baja caducifolia se tomaron los valores del bosque tropical (\$USD/hectárea/año). Sin embargo, para el matorral sarcococle no fue posible calcular su valor dado que este ecosistema no se encuentra enlistado en el artículo de Costanza. Siguiendo la misma metodología utilizada para calcular el valor de la superficie costera que sería afectada por la construcción de la planta desalinizadora, se obtuvo una cifra de \$2.78 millones de dólares al año, lo que equivale a \$44.15 millones de pesos al año (véase Anexo 6). Es decir, que el desmonte de las 490.89 hectáreas

---

<sup>31</sup> Se tomó como referencia para el cálculo, el valor económico actualizado por Costanza *et al* en su artículo de 2014 (véase Anexo 5).

<sup>32</sup> Datos tomados del Bureau of Labor Statistics.

<sup>33</sup> Se utilizó un tipo de cambio de 15.8583 pesos/dólar, que es el tipo de cambio promedio anual de 2015, según datos del DOF.

requeridas para el emplazamiento minero representa una pérdida de \$44.15 millones de pesos por los servicios ambientales que la selva baja caducifolia dejaría de prestar anualmente.

De igual forma, se hizo una valoración de la cobertura vegetal del total de la superficie de la Sierra de La Laguna. Cabe señalar que no hay información disponible del total de hectáreas que abarca cada ecosistema en la Reserva. Se encontró información de cobertura vegetal en 107,075 hectáreas de la REBIOSLA, por lo que en la cuantificación no se consideran las 5,362 hectáreas faltantes. Según datos del Programa de Manejo (2003), en la Reserva existen 58,701 hectáreas de selva bajacaducifolia; 40,102 hectáreas de bosque de encino y 8,272 hectáreas de pino-encino. En este caso, el bosque de encino y de pino-encino corresponden al bioma de bosque templado o boreal de acuerdo a la clasificación de biomas de Costanza (1997). El valor de los servicios ambientales que proporcionan estas 107,075 hectáreas de la Reserva equivale a \$7,815 millones de pesos por año (véase Anexo 7). Como se mencionó anteriormente, esta cifra no considera 5,362 hectáreas ya que no hay información disponible para su cálculo, por lo que el valor total de los ecosistemas de la Reserva debe ser mayor al obtenido.

### **3.4 Proyección de pérdida de servicios ambientales**

Considerando el valor de los servicios ambientales que se perderían por la construcción de la planta desalinizadora y el emplazamiento minero, el proyecto representa una pérdida total de \$44.43 millones de pesos al año (\$44.15 pesos por la superficie de selva bajacaducifolia afectada y \$286,950 pesos por la superficie costera afectada).

En la MIA se menciona que como parte de los esfuerzos de restauración, la empresa establecerá un vivero para resguardar algunos ejemplares de especies vegetales para replantarlos en el área afectada al cierre de la mina con el propósito de restituir los daños ambientales causados. No obstante, al tratarse del desmonte total de una superficie considerable, los servicios ambientales que

proporciona esta zona actualmente no podrán ser restituidos en su totalidad con la implementación del programa propuesto por la empresa. Al ser especies con un crecimiento lento, aún cuando fuera exitoso el proceso de trasplante de algunos de los ejemplares de la vegetación, podrían pasar décadas incluso siglos para que el ecosistema recupere su estado actual. Esto suponiendo además que las operaciones de la mina no afectarán las condiciones del suelo.

Dado que el periodo de tiempo por el cual se perderán los servicios ambientales de la superficie afectada es indefinido, los costos ambientales totales son inciertos. Con el fin de obtener una mayor aproximación de la cuantificación de los daños, se realizó una estimación del valor presente de la pérdida total de los servicios ambientales para un período de 100 y 300 años, utilizando una tasa de descuento (r) de 1%, 3% y 5%. Se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro 3: Escenarios de proyección de costos ambientales**

<b>Escenarios</b>	<b>1%</b>	<b>3%</b>	<b>5%</b>
<b>VP a 100 años</b>	\$2,845,038,268	\$1,448,489,103	\$926,349,227
<b>VP a 300 años</b>	\$4,263,257,693	\$1,525,347,457	\$933,106,744

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en los resultados obtenidos en los diferentes escenarios, al utilizar una tasa de descuento de 5%, el valor presente de la pérdida a 100 y 300 años no varía tanto. En cambio, mientras la tasa de descuento disminuye, la diferencia entre el valor de la pérdida a 100 y 300 años es mayor. Con una tasa de 1%, el valor de la pérdida a 100 años es de \$2,845 millones de pesos mientras que a 300 años, el valor de la pérdida usando esta misma tasa, aumenta a \$4,263 millones. Lo mismo aplica cuando se compara el valor de la pérdida en el mismo período pero utilizando diferentes tasas de descuento. Por ejemplo, a 100 años los servicios ambientales perdidos por la realización del proyecto minero varían de \$926 millones (r= 5%) a \$2,845 millones (r=1%). Los escenarios anteriores son un

ejemplo que demuestran que a mayores tasas de descuento, el valor presente de los costos ambientales converge más pronto y a números menores (López-Morales, 2008).

### **3.5 Comparación de costos**

En la MIA, la empresa estima una derrama económica de \$17.8 millones de pesos por hectárea. La mina abarcaría una superficie de 544 hectáreas, por lo que este monto ascendería a \$9,677 millones de pesos, según datos proporcionados por la empresa. Sin embargo, cabe señalar que en la MIA no se especifica el cálculo de este monto ni se aclara si se trata de una derrama anual o por el período total de operación de la mina. Asimismo, tampoco se distingue qué porcentaje de este monto sería invertido directamente en BCS y qué porcentaje correspondería a una inversión en el país. Por lo que es una estimación muy ambigua con la que no es posible determinar los beneficios económicos que la mina representaría para el desarrollo del Estado.

El proyecto representa una pérdida total de \$44.43 millones de pesos al año. De acuerdo con las estimaciones realizadas, el valor presente de lo que implica esta pérdida a 100 años está entre \$926 millones y \$2,845 millones de pesos. El valor de la pérdida de los servicios ambientales a 300 años es entre \$933 millones y \$4,263 millones de pesos. No es posible comparar el valor de estos costos ambientales con la derrama económica del proyecto minero ya que esta última se presenta de forma muy ambigua en la MIA.

#### **4. Conclusiones**

Después de revisado el caso de la mina Los Cardones en la REBIOSLA, se concluye que la normatividad minera en las ANP es permisiva, laxa y poco clara, lo que obstaculiza la eficiencia de esta política de conservación ambiental en particular.

Una mejor eficiencia de las ANP podría lograrse con mayor sensibilización de las autoridades en sus tres niveles de gobierno, en torno a la importancia del medio ambiente. También es necesaria una participación más activa de la sociedad civil, academia, comunidades indígenas y rurales; y por supuesto el sector privado debe asumir con mayor responsabilidad y compromiso social sus operaciones, máxime cuando se trata de actividad industrial.

Las instituciones dedicadas a la conservación de los ecosistemas y al diseño de estrategias de sustentabilidad deben entender que es necesario integrar a actores sociales, como las empresas y organizaciones civiles, en una agenda de corresponsabilidad que promueva un cambio cultural y de actitud ante la biodiversidad.

Es igual de importante integrar la valoración económica ambiental en el análisis de los impactos de proyectos de esta magnitud. Como menciona Costanza (1997), los valores de los servicios ambientales no están incluidos completamente en los mercados o no son cuantificados adecuadamente en términos que sean comparables con el capital manufacturado y, es por esta razón, que se les otorga poca importancia al momento de tomar decisiones de política pública.

Por lo anterior, en este ensayo se llevo a cabo la cuantificación de los servicios ambientales que se perderían tan sólo por la construcción de la planta desalinizadora y del emplazamiento minero (sin considerar las 14.3632 hectáreas de matorral sarcococle). Con base en estos valores, se realizó una proyección del valor presente de dichos costos ambientales a 300 años, utilizando una tasa de descuento del 1, 3 y 5%. De la misma manera, se cuantificó el valor de los servicios ambientales que proporcionan 107,075 hectáreas de la Reserva, el cual

asciende a \$7,815 millones de pesos por año. Por último, se realizó una aproximación de los costos económicos que implicaría un derrame de la presa de jales de la mina, resultando en un monto de \$249 millones de pesos anuales.

Cabe señalar que los cálculos presentados son estimaciones del daño ambiental y del potencial riesgo que implica el establecimiento de la mina en la Reserva. Sin embargo, estas cuantificaciones son acotadas ya que la totalidad de los costos económicos de los impactos de la mina no son considerados en este trabajo. No obstante, estas aproximaciones son de gran utilidad para evaluar el verdadero impacto económico y ambiental de proyectos como el de Los Cardones. Los resultados obtenidos sirven como elementos para cuantificar el valor de los servicios ambientales de la REBIOSLA y pueden servir también como argumento para garantizar la sustentabilidad del patrimonio natural de BCS.

## Referencias:

### Libros

- Andrade, K. (2009). *Las áreas naturales protegidas frente a la actividad hidrocarburífera. Las organizaciones ambientalistas y la gobernanza ambiental en el Ecuador. El caso del Parque Nacional Yasuní (Dossier)*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Programa de Estudios Socioambientales, 3:14-16.
- Arriaga, L; Ortega, A. (editores). (1988). *La Sierra de la Laguna de Baja California Sur*. La Paz, BCS: Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C.
- Ortega-Rubio, A; Romero-Schmidt, H. (2013). Polémica actual: el Decreto de reserva versus minería a cielo abierto. En: Lagunas-Vázquez, M; Beltrán-Morales, L.F; Ortega-Rubio, A. (editores). (2013). *Diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos en la reserva de la biosfera Sierra La Laguna, B.C.S., México*. La Paz, BCS: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

### Documentos y legislación

- Armendáriz-Villegas, E. *et al.* (2015). *Metal mining and natural protected areas in Mexico: Geographic overlaps and environmental implications*. Elsevier, 48: 9-19.
- Centre for Social Responsibility in Mining, The University of Queensland. *Análisis del desarrollo minero en Baja California Sur: proyecto minero Los Cardones*. International Community Foundation, Australia, 2014.
- Conanp. (2013). *Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2014-2018*. Recuperado el 29 de Septiembre 2015, de Conanp. Sitio web: <http://entorno.conanp.gob.mx/documentos/PNANP.pdf>
- Conabio. (1995). *Reservas de la Biosfera y otras áreas naturales protegidas de México*. Recuperado el 28 de Septiembre 2015, de Instituto Nacional de Ecología. Sitio web: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/2/lala.html>
- Conabio (2007). *Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies*. México.
- Conabio. (2012). *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. Recuperado el 28 de Septiembre 2015, de Conabio. Sitio web: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>
- Conagua (2009). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea: acuífero (0324) La Paz*. Disponible en el portal del DOF.
- Conagua (2009). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea: acuífero (0322) del Carrizal*. Disponible en el portal del DOF.

- Conagua (2015). Estadísticas del agua en México. Recuperado el 11 de Mayo de 2015, de Conagua. Sitio web: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/EAM2015-ALTA.pdf>
- Costanza *et al* (2014). *Changes in the global value of ecosystem services*. Elsevier 26, 152-158.
- Costanza *et al* (1997). *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature, 387: 253-260.
- FAO (n/a). *Marco de Referencia Presión-Estado- Respuesta: Componentes Básicos*. Recuperado el 28 de Septiembre 2015, de FAO. Sitio web: <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Refer/psrbasic.htm#Pressure>
- Flores (2009). *Evaluación Preliminar del potencial hídrico de la Sierra de la Laguna, B.C.S, como fuente de recarga de los acuíferos circundantes*. La Paz, BCS: Instituto Tecnológico de La Paz.
- INECC (2014). *Cuantificación del daño ambiental y elementos para determinar la compensación asociada al derrame de lixiviado de sulfato de cobre de la empresa Buenavista del Cobre, S.A., en Sonora*. [Documento de trabajo].
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental, disponible en <<http://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/protocolo/LGEEPA.pdf>>
- Ley Federal de Derechos, disponible en <[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/107\\_23dic15.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/107_23dic15.pdf)>
- Ley Minera, disponible en <[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/151\\_110814.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/151_110814.pdf)>
- Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto Los Cardones, modalidad regional, disponible en <[http://app1.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/bcs/estudios/2012/03\\_BS2012M0005.pdf](http://app1.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/bcs/estudios/2012/03_BS2012M0005.pdf)>
- López-Morales, C. (2008). "Discounting the future and the marginal damage costs of CO2 emissions: Reducing the uncertainty," *Creating sustainability within our midst. Challenges for the 21st century*, Proceedings of the 2007 Conference of the United States Society for Ecological Economics, Pace University Press, New York.
- Niparajá. (2013). *Desechos tóxicos a ser producidos por la mina Los Cardones*. Recuperado el 16 de Noviembre 2015, de Niparajá. Sitio web: [http://defiendelasierra.org/wp-content/uploads/lc1\\_02.jpg](http://defiendelasierra.org/wp-content/uploads/lc1_02.jpg)
- OMS (2012). *Arsénico*. Recuperado el 20 de Noviembre 2015, de OMS. Sitio web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/es/>
- Organización de las Naciones Unidas (1992). *Declaración de Río sobre Medio Ambiente y el Desarrollo*. Recuperado el 20 de Noviembre 2015, de ONU. Sitio web: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

- Programa de Manejo de la REBIOSLA, disponible en <[http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/programa\\_manejo.php](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/programa_manejo.php)>
- Provencio, E. (2015). *Sesión 3: Política ambiental: visión de conjunto de la política ambiental mexicana* [Material de clase]. Posgrado de Economía. UNAM. Ciudad de México, México.
- Provencio, E. (2015). *Sesión 6: Protección, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad y los servicios ambientales* [Material de clase]. Posgrado de Economía. UNAM. Ciudad de México, México.
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental en materia de evaluación de impacto ambiental, disponible en <[http://www.cnsns.gob.mx/acerca\\_de/marco/reglamentos/equilibrio\\_ecologico\\_impacto\\_ambiental.pdf](http://www.cnsns.gob.mx/acerca_de/marco/reglamentos/equilibrio_ecologico_impacto_ambiental.pdf)>
- Reglamento de la Ley Minera, disponible en <[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5272642&fecha=12/10/2012](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5272642&fecha=12/10/2012)>
- Secretaría de Economía. (2015). *Minería*. Recuperado el 28 de Septiembre 2015, de SE. Sitio web: <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/mineria>
- SNIA (2014). *Indicadores Clave: Biodiversidad*. Recuperado el 29 de Septiembre 2015, de SEMARNAT: <http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores14/conjuntob/clave/clave02.html>
- UNESCO. (2011). *MAB Biosphere Reserves Directory*. Recuperado el 28 de Septiembre 2015, de UNESCO. Sitio web: <http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?code=MEX+13&mode=all>

#### Información periodística

- León, R. (2011). *Minera canadiense retoma proyecto en BCS pese al rechazo de la población*. Recuperado el 28 de Septiembre 2015, de La Jornada. Sitio web: <http://www.jornada.unam.mx/2011/03/07/estados/038n1est>
- Reynoso, C. y Tinoco, A. (2015). *Oasis en Riesgo* [Vídeo], transmitido en Punto de Partida. Disponible en: <https://www.facebook.com/EIOrganismo/videos/1483811315258260/>

#### Sitios web

- Portal Defiende la Sierra: <http://defiendelasierra.org>
- Portal de Banxico: <http://www.banxico.org.mx/>
- Portal del Bureau of Labour Statistics: <http://www.bls.gov/cpi/>
- Portal del Convenio sobre Diversidad Biológica: <https://www.cbd.int/protected/overview/>

- Portal del Sistema Nacional de Información del Agua (SINA):  
<http://201.116.60.25/sina/index.html>

**ANEXO 1: Listado de concesiones mineras vigentes en el área de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna (Cuadro obtenido del Programa de Manejo)**

<b>Título No.</b>	<b>Clase</b>	<b>Superficie ha</b>	<b>Nombre del lote</b>	<b>Titular</b>
180064	Exploración	151.3647	San Antonio	Echo Bay México, SA de CV
184973	Exploración	162	El Árbol de Oro	Minera Paredones Amarillos, SA de CV
191126	Explotación	20	Mina del Castillo	Cristóbal Navarrete Islas
201145	Exploración	166.2248	La Encantada Fracc. 1	Minera Paredones Amarillos, SA de CV
201146	Exploración	12.9992	La Encantada Fracc. 2	Minera Paredones Amarillos, SA de CV
201147	Exploración	9,756.5903	Valle Perdido	Minera Paredones Amarillos, SA de CV
201157	Exploración	44.9991	La Encantada Fracc. 1	Minera Paredones Amarillos, SA de CV
201157	Exploración	32.4882	La Encantada Fracc. 2	Minera Paredones Amarillos, SA de CV
201161	Exploración	46.6493	Cerro Pedregoso	Minera Paredones Amarillos, SA de CV
203910	Explotación	454.0218	La Dificultad	Minera Paredones Amarillos, SA de CV
204485	Explotación	469.4073	Julia	Minera Paredones Amarillos, SA de CV
206545	Explotación	481.1593	La Rica	Minera Paredones Amarillos, SA de CV
207581	Explotación	296.9883	Maile	Minera Paredones Amarillos, SA de CV
209346	Exploración	9.7752	Valle Perdido Fracc. 1	Echo Bay México, SA de CV
209347	Exploración	26.1006	Valle Perdido Fracc. 2	Echo Bay México, SA de CV
209348	Exploración	117.0791	Valle Perdido Fracc. 3	Echo Bay México, SA de CV
210941	Explotación	170.9203	La Terquedad II	Productos Metálicos y Derivados, SA de CV
211343	Explotación	157.5052	La Terquedad I	Productos Metálicos y Derivados, SA de CV
211414	Explotación	456.5988	La Terquedad	Productos Metálicos y Derivados, SA de CV
211434	Explotación	276.5988	Sabanillas	Productos Metálicos y Derivados, SA de CV
800256	Asignación*	2,287	Reducción Valle Perdido	Consejo de Recursos Minerales

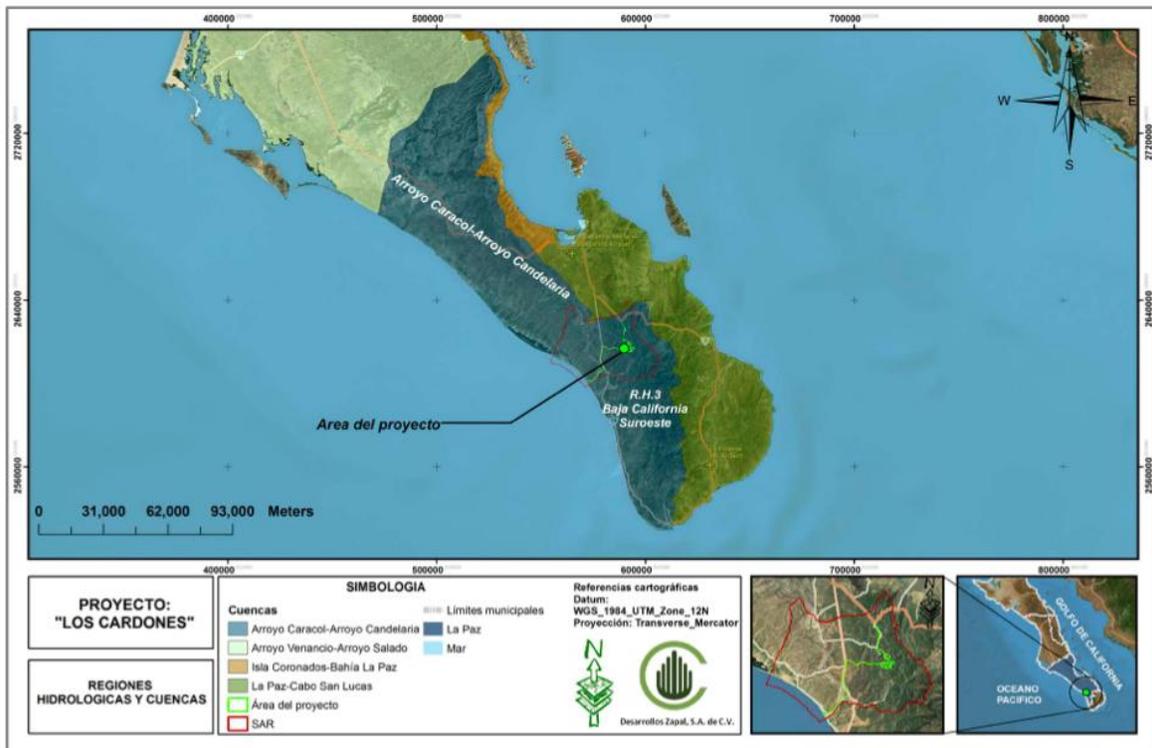
\*Asignación minera bajo el control del Consejo de Recursos Minerales de SECOFI.  
 FUENTE: Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 2000.

## ANEXO 2: Mapa de concesiones mineras otorgadas por la SE hasta 2013



Fuente: <http://medioambientebs.blogspot.mx>

## ANEXO 3: Mapa del proyecto Los Cardones – Regiones Hidrológicas y Cuencas



Fuente: MIA Los Cardones, 2013.

### ANEXO 4: Pago derechos de agua

Zona de disponibilidad	Aguas superficiales	Aguas Subterráneas
1	\$14.3910	\$19.3914
2	\$6.6252	\$7.5060
3	\$2.1723	\$2.6135
4	\$1.6611	\$1.8998

Fuente: Artículo 23, LFD.

### Anexo 5: Cálculos costos ambientales de planta desalinizadora

Bioma	Superficie	Valor de los servicios ambientales (USD/ha/año)		Valor total (USD/año)	Valor total (MXN/año)
		2011	2015		
Zona Costera	1.92	8944.04	9424.29	\$18,094.64	\$286,949.88

Fuente: Elaboración propia con datos de Costanza (2011) y CPI Estados Unidos.

### Anexo 6: Cálculos costos ambientales de emplazamiento minero

Bioma	Superficie	Valor de los servicios ambientales (USD/ha/año)		Valor total (USD/año)	Valor total (MXN/año)
		2011	2015		
Selva baja caducifolia	490.89	5382	5670.98	\$2,783,827.37	\$44,146,723.22

Fuente: Elaboración propia con datos de Costanza (2011) y CPI Estados Unidos.

### Anexo 7: Cálculos cobertura vegetal de la REBIOSLA

Ecosistema/Bioma	Superficie (has)	Valor (USD/ha/año)	Valor total (USD/año)	Valor total (MXN/año)
Selva baja caducifolia	58,701	5670.98	\$332,892,196.98	\$5,279,098,779.16
Bosque encino	40,102	3305.44	\$132,554,754.88	\$2,102,090,860.07
Bosque pino encino	8,272	3305.44	\$27,342,599.68	\$433,606,692.80
	<b>107,075</b>		<b>\$492,789,551.54</b>	<b>\$7,814,796,332.03</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Costanza (2011) y CPI Estados Unidos.