

Riesgos y posibles impactos de la minería metálica en El Salvador

Dina Larios de López*, Herbert Guzmán** y Edgardo Mira***

La República de El Salvador se caracteriza por ser la más pequeña de las naciones de América (20,742 kilómetros cuadrados) y, además, por tener la densidad de población más alta en esta región, con 352 habitantes por kilómetro cuadrado. En años recientes, este pequeño país se vio azotado por una guerra civil que dejó muchas secuelas sociales y económicas, e impactó el ambiente natural salvadoreño. La alta densidad de población, la pobreza, la explotación indebida de sus recursos naturales y la falta de protección legal a los mantos o recursos acuíferos han generado condiciones alarmantes para la preservación del medioambiente salvadoreño. Esta problemática amerita acciones urgentes de protección y de planificación del uso de los recursos naturales del país para evitar una degradación mayor.

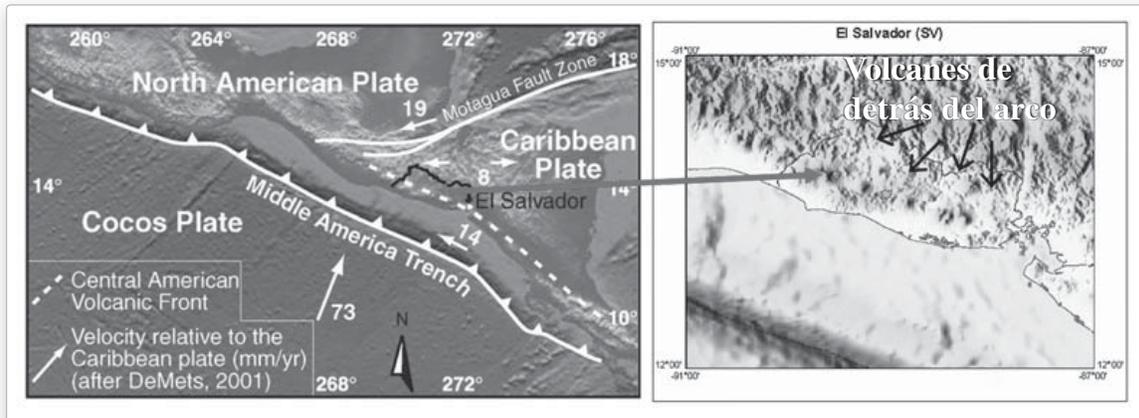
Una de las áreas más frágiles, y que requiere mayor atención, es la zona norte del país, donde nacen y fluyen muchos de los ríos tributarios del Lempa, que drena cerca de las dos terceras partes del territorio y es la arteria principal de la que depende no solo el abastecimiento de agua potable de El Salvador, sino también la generación de energía eléctrica en forma parcial. Esta región, en la actualidad, se encuentra gravemente amenazada por la posibilidad de que se intensifique la explotación minera metálica o de oro, que en el pasado solo se ha realizado en pequeña escala en las regiones de Metapán, Cabañas, Morazán y La Unión, al nororiente del país (ver Figura 1).

* Profesora asociada del Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Ohio, Estados Unidos. Correo electrónico: lopezd@ohio.edu.

** Investigador y consultor en temas relacionados con la salud. Actualmente es catedrático de la Maestría en Salud Pública de la Universidad de El Salvador. Correo electrónico: maestroguzman@yahoo.es.

*** Miembro del Consejo de Directores del Centro de Investigación sobre Inversión y Comercio (Ceicom).

Figura 1
Ubicación tectónica en El Salvador del frente volcánico (línea punteada) y de los volcanes detrás del arco



Fuente: Elaboración propia, con base en DeMets (2001), y Agostini *et ál.* (2006).

Una de esas minas es la de San Sebastián. Aun en esta explotación a pequeña escala existen evidencias de que este tipo de actividad ha afectado la calidad del agua, la fauna y la flora, y también a la población, como se discutirá más adelante. La explotación de minas de oro en el país, de acuerdo a los documentos que al menos una compañía minera (la empresa canadiense Pacific Rim) ha presentado para solicitar el permiso correspondiente, sería a una escala sin precedentes en El Salvador y afectaría áreas densamente pobladas al impactar la calidad del aire, el agua y el suelo, y las condiciones socioeconómicas de la región.

1. Impacto ambiental

1.1. Antecedentes

El Salvador es un país caracterizado por tener una geología eminentemente volcánica, con la mayoría de los materiales geológicos superficiales pertenecientes a rocas volcánicas extrusivas. El volcanismo en esta región se debe a la zona de subducción de la placa del Coco, que se introduce debajo de la placa del Caribe (Figura 1). Esta zona de subducción se manifiesta en la trinchera que bordea Centroamérica a lo largo de su costa pacífica. Además, El Salvador se encuentra ubicado relativamente cerca de la falla de Motagua, que define en Guatemala

la frontera entre la placa de Norteamérica y la del Caribe. Estas dos condiciones hacen que exista en el país el frente volcánico principal, que corre más o menos de este a oeste paralelo a la costa pacífica, pero también se presenta un volcanismo localizado hacia el norte, detrás del arco volcánico principal, más relacionado a las fallas de extensión perpendiculares a la falla de Motagua. Estos volcanes de detrás del arco se encuentran ubicados más hacia el norte del país y no presentan erupciones históricas. Es en esa zona volcánica de detrás del arco en que se han identificado recursos (Figura 1) que han atraído la atención de las empresas explotadoras de oro y otros minerales.

1.2. Situación medioambiental actual del país

Debido a la alta densidad de población y a los problemas de tenencia y explotación de la tierra, El Salvador presenta graves problemas ambientales: más del 95% de deforestación; contaminación del agua superficial y subterránea; escasez aguda de agua a pesar de una precipitación anual que oscila alrededor de los 1,700 mm (68 pulgadas); desaparición de especies vegetales y animales; y enfermedades endémicas en la población (como males intestinales y paludismo).

El medioambiente salvadoreño está muy tensionado por los problemas ya existentes; agregar una nueva fuente de contaminación química podría ser el detonante final de una cadena de problemas que podrían convertir al país en un lugar difícil o imposible de recuperar ecológicamente. Los esfuerzos del Gobierno y de la población deberían estar encaminados a la recuperación ambiental del país en lugar de impulsar proyectos que lo ponen en mayor peligro.

Con respecto a los problemas de contaminación de agua, habría que mencionar que en la segunda mitad del siglo XX la zona costera de El Salvador sufrió el agravio del cultivo del algodón y de la irrigación indiscriminada de contaminantes como el DDT, que todavía se encuentra en cantidades alarmantes en la cadena alimenticia. Esta situación queda claramente de manifiesto en el estudio realizado en el Golfo de Fonseca, después del huracán Mitch, por la estadounidense Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) (Matta *et al.*, 2002), en el que se encontraron cantidades de DDT y otros contaminantes (como cobre y mercurio) en los mariscos recolectados.

Cabe destacar que en ese estudio se considera que la contaminación con mercurio podría deberse a la explotación de minas en la parte superior de las cuencas de ríos que desembocan en el Golfo de Fonseca. Es decir, el impacto de la explotación minera, aun a baja escala, ya es sensible en la cadena alimenticia: los salvadoreños están consumiendo mariscos con concentraciones de contaminantes que podrían estar causando problemas de salud. Por otra parte, los pobladores de las viejas regiones algodonerías presentan problemas renales severos. Aunque el Gobierno no ha hecho un estudio extensivo del problema, éste podría deberse al uso de pesticidas: es ampliamente conocido que contaminantes como el DDT, los pesticidas arsenicales y otros pueden producir enfermedades renales y padecimientos en diversos órganos.

El problema del agua potable en El Salvador es también serio. La ciudad de San Salva-

dor, especialmente en sus zonas más pobres, sufre escasez del líquido. Pese a que se tiene una precipitación abundante, la escasez se debe a que la deforestación ha hecho que se incremente la escorrentía superficial. Además, los acuíferos subterráneos no son suficientes o no han sido explotados y manejados adecuadamente, lo que ha producido un descenso en el nivel de agua disponible, tal como se manifiesta en la disminución del caudal base de los ríos o en la transformación de afluentes en ríos intermitentes, en los que únicamente circula agua durante las lluvias torrenciales.

1.3. Situación medioambiental de la zona norte

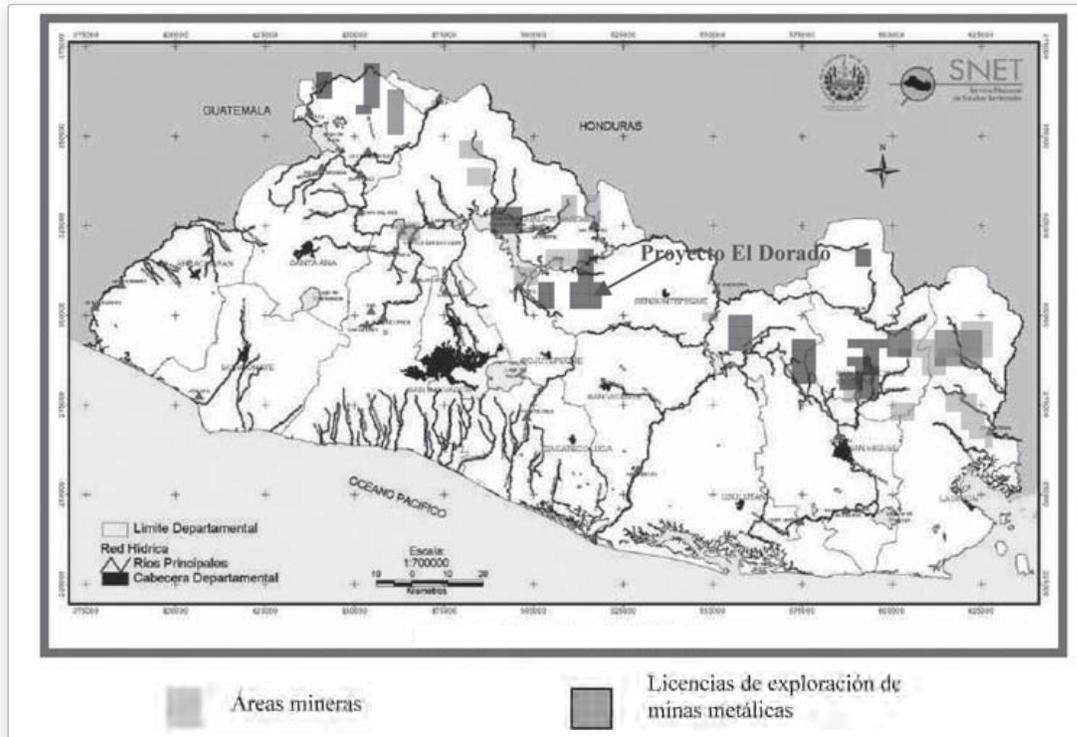
Como se señaló en el apartado anterior, la zona sur o costera del país está gravemente afectada por la contaminación agrícola y de pesticidas. Los ríos que circulan por esa zona (por ejemplo, el río Sucio y el Acelhuate) llevan sus aguas contaminadas al Lempa. Sin embargo, los ríos de la zona norte “diluyen” esos contaminantes y ayudan a recuperar un poco la calidad del agua del río Lempa. Debe notarse aquí la relación que existe entre las posibles zonas de explotación minera y la circulación de aguas superficiales en el país. La Figura 2 muestra la distribución de ríos en el país y la de los recursos minerales identificados. De las zonas mineras reconocidas, se ha solicitado ya permiso para explotar la mina El Dorado.

De llevarse a cabo los proyectos mineros en gestación, podrían contaminarse los ríos que ayudan a mantener al Lempa en una condición menos deplorable. Si bien esos ríos no están completamente libres de contaminación dada la densidad de población y las prácticas agrícolas de la zona, su calidad es mucho mejor que la de los ríos de la zona sur, donde la densidad de población y la contaminación de pesticidas son mayores. La mayor polución de los ríos de la zona norte del país sería, pues, fatal para la población, la flora y la fauna de El Salvador. (Debe notarse que el Lempa provee una buena cantidad del agua potable que reciben ciudades como San Salvador.)

Debe enfatizarse que la contaminación de acuíferos superficiales no es el único impacto importante de la explotación minera: las aguas subterráneas; la cantidad de agua disponible

para la población; la calidad del aire, los sedimentos y el suelo; y, sobre todo, la cadena alimenticia también se verían afectados, como se explica a continuación.

Figura 2
Principales ríos y ubicación de las regiones mineras en El Salvador



Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

1.4. Impacto en los recursos hídricos

El procesamiento de las rocas que contienen oro y plata —con el fin de extraer estos minerales y posteriormente purificarlos— implica el uso de grandes cantidades de agua. En el mejor de los casos, e incluso reciclando un poco más de la mitad del líquido utilizado, el volumen de agua que se necesita por cada onza de oro es del orden de 3,700 L/onza. Si consideramos que solo en la veta La Minita del proyecto El Dorado se pretende extraer 490,758 onzas de oro, eso significa casi 1.8 mil millones de litros de agua (475 millones de galones o 9 millones de barriles), o sea, 302 millones de litros anuales si la explotación —como se proyecta— dura 6 años.

De acuerdo a la información que reporta la Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANANDA) para el año 2005, en El Salvador se generaron aproximadamente 344 millones de metros cúbicos de agua potable para toda la población (estimada en unos 6 millones de personas), lo que quiere decir que cada salvadoreño consume cerca de 57 mil litros anuales. Desde esta relación, el agua que se emplearía en la mina El Dorado representa el agua que podría suministrarse cada año a aproximadamente a 1,320 familias de cuatro personas.

Sin embargo, el consumo de agua en el procesamiento del mineral, enfriamiento de maquinaria, etc. no es el único problema con

relación a los recursos hídricos. Es bien sabido que la explotación bajo tierra también requiere desaguar la mina para que los trabajadores puedan operar y extraer la roca productora y de desperdicio. En este proceso, al extraer el agua, se genera un gradiente hidráulico negativo que atrae el agua de los alrededores, desaguando así el área subterránea circundante y bajando la tabla de agua, o sea, el nivel al que se encuentra la frontera entre la zona saturada y la insaturada. Esto trae como consecuencia que el caudal de fuentes naturales de agua decrezca, o que incluso pueda desaparecer. Además, debido a que los ríos que tienen caudal permanente son alimentados por el agua subterránea (flujo base), al bajar el nivel de ésta el caudal de aquéllos decrece, o pueden evolucionar y transformarse en simples quebradas de invierno.

Los defensores de la industria minera argumentan que en El Dorado lo anterior no sucederá, porque las rocas circundantes son de muy baja permeabilidad y el flujo de agua ocurre básicamente a través de fracturas y fallas. Sin embargo, en el estudio de impacto ambiental disponible para la mina, ni siquiera se hace un análisis de cuáles son las fracturas o fallas que transportan el agua. Es claro que si el agua circula a través de fracturas, los acuíferos someros y profundos deben estar conectados por las fallas, o debería demostrarse lo contrario con evidencias científicas. Aun en el caso de que el agua de las fuentes fuese de recarga somera que viaja a través de la cobertura de suelo y materiales superficiales, la alteración del patrón de flujo del agua subterránea más profunda puede traer consecuencias graves para los acuíferos someros, especialmente si están conectados a través de fallas y fracturas, como ocurre en otras regiones del país.

Hasta acá hemos expuesto lo que sucede con la cantidad de agua utilizada por las minas y el impacto que genera. No obstante, quizás existe un impacto aún más importante: el que se produciría en la calidad del agua al introducirse los contaminantes generados por las minas. Por ejemplo, en el estudio de impacto ambiental de la mina El Dorado se explica

que el cianuro se degradará mediante oxidación química (SO_2/aire), pero no se menciona ningún tratamiento para el plomo, el arsénico y el resto de contaminantes que contendrá el agua de la laguna de relave, y que periódicamente se descargará en el río San Francisco. Tampoco se presenta un estudio válido del caudal del río a través del año y de su composición química —que obviamente debe tener variaciones estacionales—; y menos un modelo simple de mezclado que indique cuál será la composición final del agua después de descargar la laguna.

El estado de la ciencia —en especial, la relacionada con la minería— perfectamente permite calcular la cantidad de agua que se irá generando, cada cuánto tiempo habrá que descargar la laguna y cuál será su composición; además de predecir cuál será la composición final en el río. La omisión de esa importante información es sospechosa. El río San Francisco sufre de agua a dos poblaciones situadas abajo de la zona de la mina El Dorado. Sin duda, estas poblaciones y el resto de la cuenca se verían afectados por la contaminación producida. Existe también el peligro de polución de las aguas subterráneas, lo que dejaría a la población sin opciones de disponibilidad de agua.

La información que hemos presentado con respecto a la cantidad y calidad del agua únicamente toma en consideración la posible apertura de una mina. Si se observa la Figura 2 y se estima el número de minas que podrían surgir, se visualiza que la magnitud de la amenaza es alarmante.

1.5. Impacto en el aire y suelos

El Salvador se caracteriza por tener dos estaciones: seca (octubre-abril) y lluviosa (mayo-septiembre). Durante los meses de la estación seca, especialmente a mediados y finales de ella, la cantidad de polvo en el aire es extrema debido a la intensa deforestación y a la baja humedad del suelo en ese período. Por otra parte, es conocido que la explotación minera produce volúmenes elevados de materiales finos debido al proceso de trituración antes de

la separación de los minerales valiosos. Dichos materiales contaminan el aire al ser transportados por el viento, y se depositan en el suelo de las áreas aledañas a las minas. Estos materiales finos son ricos en metales pesados, y al contaminar suelos de cultivo y/o pastizales donde se alimenta el ganado, incorporan tóxicos a la cadena alimenticia. Es decir, el hecho de tener una estación seca prolongada agrava el problema de contaminación del aire en las posibles zonas mineras y el resto del país.

En el procesamiento de las rocas para separar el mineral se emplean químicos como el cianuro, y se liberan gases de azufre, como el dióxido de azufre, los que se distribuyen químicamente entre la fase líquida y el aire circundante. Al esparcirse, estos gases contaminan el aire y pueden producir lluvia ácida que, entre otros efectos, inutiliza el suelo. Aunque se empleen métodos para degradar el cianuro, ello se hace hasta después de que éste ha sido utilizado para la separación del oro y la plata, por lo que existe suficiente tiempo de contacto entre el aire y la solución para que el químico se distribuya entre las dos fases.

1.6. Impacto en sedimentos

Se conoce ampliamente que la mayoría de los contaminantes metálicos no son solubles en condiciones de pH neutrales o básicos, pero sí cuando el pH es ácido. Existen excepciones como el arsénico, que es soluble en pHs bajos y altos. La oxidación de sulfuros —como los que se encuentran asociados a los depósitos de oro y plata— genera iones de hidrógeno y acidez; el pH final está definido por la alcalinidad del material circundante. Si el pH final es ácido, como ocurre frecuentemente, el líquido drenado de las minas es rico en metales tóxicos pesados que permanecen en solución hasta que las condiciones de pH y oxidación son apropiadas para precipitar sus minerales o ser absorbidos por los sedimentos. Ante pH neutral o básico, muchos metales son transferidos de la fase líquida a la sólida.

El pH al que ocurre esta transición depende del metal en particular y de si las concentraciones son lo suficientemente altas como para

que ocurra precipitación. Sin embargo, es interesante hacer notar que en este problema no hay ganadores: si el pH de la solución es bajo y existen condiciones oxidantes, la calidad del agua es deplorable y el líquido transporta los contaminantes; si el pH final de la solución es alto y los minerales (como hidróxidos de hierro, sulfatos de calcio e hidróxidos de aluminio) precipitan, entonces la calidad de los sedimentos es mala y contamina los ríos. La abundancia de sedimentos finos es dañina para los peces y macro invertebrados, ya que destruye su hábitat y altera completamente el ciclo alimenticio.

1.7. Otros peligros

El Salvador, por su ubicación geográfica, presenta alta sismicidad, como lo testifican los terremotos ocurridos en enero y febrero de 2001, ambos de magnitud mayor a 7 grados. Aunado a este peligro, debido a su topografía, la zona norte del país es la más susceptible a deslizamientos. A causa de la desestabilización generada por la explotación minera, la población estaría en grave peligro de deslizamientos y aun de derrumbe de las lagunas de relave con su carga tóxica. Además, los trabajadores que se encuentren en el interior de minas subterráneas correrían grave riesgo al ocurrir un sismo, lo que sucede muy frecuentemente.

1.8. ¿Es posible la minería limpia?

Las compañías mineras manejan la idea de la “minería limpia” o “minería verde” bajo el argumento de que los materiales extraídos son depositados de nuevo dentro de la excavación una vez la explotación termina y que existen métodos de degradación del cianuro. Obviamente, estos dos hechos representan un avance de la explotación minera si los comparamos con el pasado. Sin embargo, hay varias cosas que no se solucionan: (a) las aguas residuales que se descargan periódicamente en los ríos no se limpian de metales pesados como el arsénico y el plomo; (b) no se limpia completamente la contaminación del aire tanto de partículas sólidas como de gases tóxicos; (c) no se controla de manera absoluta la introduc-

ción de materiales sólidos en los ríos; (d) no se evita el impacto en el nivel de la zona saturada en el agua subterránea; y (e) el volumen de agua utilizada en el proceso de separación es siempre considerable, y se obtiene a expensas de la población que la necesita para consumo, irrigación, ganadería y otras industrias. También es de gran importancia el hecho de que las ganancias tampoco llegarán a los pobladores del área, sino que se quedarán en una proporción desmesurada (98%) en manos extranjeras, lo que la hace una minería moral y socialmente no muy limpia.

2. Impacto de la minería metálica en la salud humana

2.1. Antecedentes

El proceso de explotación minera del oro comprende varias etapas. Una de ellas consiste en la separación del mineral de la roca, lo cual se realiza lavándola o lixiviándola con cianuro a fin de obtener sólo el metal; las aguas y sedimentos sólidos sobrantes de este procedimiento son depositados en pilas provistas de geomembranas para evitar filtraciones que puedan contaminar el agua superficial o profunda. El

cianuro así tratado se degrada luego de unos meses y reduce su toxicidad; sin embargo, hay evidencias de que la membrana es susceptible a filtraciones que pueden ocasionar una contaminación de efectos catastróficos. En otros casos, se acelera la degradación del cianuro por otros métodos, pero no se eliminan los metales pesados que contienen los sedimentos y aguas residuales.

Para el caso de El Salvador, hay dos factores de riesgo que pueden provocar filtración o rebalse. El primero es la alta sismicidad del país, que puede producir fracturas en la tierra y, en consecuencia, en la membrana, produciéndose entonces una filtración de consecuencias incalculables. Otra posibilidad es que un temporal inunde el depósito de colas y provoque un rebalse que afecte gravemente al medioambiente y la salud humana. Pero aún más importante, las lagunas de colas no tienen una capacidad infinita y periódicamente deben drenarse, descargando parte de su contenido en ríos cercanos, tal como se propone para la mina El Dorado.

En la Tabla 1 se presentan, de forma resumida, los efectos en la salud de algunos de los contaminantes producidos en la explotación

Tabla 1
Efectos en la salud de algunos contaminantes generados por la actividad minera

Contaminante	Efectos	Observación
Cianuro	Exposición a niveles altos por período breve produce daños al cerebro y al corazón, estado de coma, y muerte; y exposición a niveles bajos por varios años produce dificultad para respirar, dolor de pecho, vómitos, cambios en la sangre, dolor de cabeza y agrandamiento de la glándula tiroides	
Antimonio	Aumento de colesterol en la sangre y descenso del azúcar (hipoglicemia). La exposición a altos niveles por períodos cortos causa náusea, vómitos y diarrea. Hay poca información sobre los efectos de la exposición a largo plazo, pero es un agente carcinógeno humano	
Arsénico	Conocido veneno, produce lesiones en la piel, trastornos circulatorios, cáncer de piel, gástrico, de pulmones y otros	Constituye un serio riesgo para la salud humana, en particular cuando la población está expuesta a dos o más fuentes contaminadas (emisiones aéreas, agua potable y presencia en las hortalizas). En El Salvador ya existe contaminación natural de arsénico (por ejemplo, en los lagos de Coatepeque e Ilopango, en fuentes termales, etc.)

Tabla 1
Efectos en la salud de algunos contaminantes generados por la actividad minera
(continuación)

Contaminante	Efectos	Observación
Cadmio	Lesiones renales, enfermedad obstructiva del pulmón; se le ha ligado al cáncer de pulmón. Puede afectar los huesos produciendo osteomalacia y osteoporosis	La vía principal de exposición al cadmio es mediante los alimentos, ya que se adiciona al suelo agrícola; otras vías son el aire y el agua potable. El cadmio es biopersistente, y una vez absorbido por un organismo, reside por muchos años, pues se excreta muy lentamente
Cromo	Exposición baja produce dermatitis alérgica y ulceración en la piel; su forma hexavalente (Cr6+) genera efectos cancerígenos; la exposición a largo plazo puede causar daño al riñón y al hígado; y la exposición prolongada ocasiona problemas en el sistema circulatorio y el tejido nervioso fino	El cromo se acumula a menudo en la vida acuática, por lo que existe el peligro de que la población consuma pescados que pudieron haber estado expuestos a altos niveles del metal
Cobre	La exposición a corto plazo produce molestias gastrointestinales; altas dosis pueden causar anemia, irritación de estómago e intestino; y a largo plazo, lesiones hepáticas o renales	Se ha detectado cobre en el Golfo de Fonseca y ello se ha atribuido a la posible contaminación ocasionada por las minas artesanales de la región (Matta <i>et ál.</i> , 2002)
Mercurio	Tóxico para los sistemas nervioso, gastrointestinal y renal, produciendo temblores, pérdida de equilibrio corporal, ceguera parcial y otros efectos en caso de intoxicación aguda; la exposición fetal produce aborto espontáneo y malformación congénita	El mercurio es bioacumulable, y su vía principal de exposición es la cadena alimenticia. Se ha detectado mercurio en el Golfo de Fonseca y ello se ha atribuido a la posible contaminación ocasionada por las minas artesanales de la región (Matta <i>et ál.</i> , 2002)
Plomo	En bebés y niñas(os) produce retardo en el desarrollo físico o mental, déficit de atención y de capacidad de aprendizaje; y en adultos ocasiona trastornos renales y del sistema nervioso, e hipertensión	La exposición puede ser vía agua, alimentos, aire y polvo/tierra
Selenio	Caída del cabello o de las uñas, adormecimiento de dedos de las manos y pies, problemas circulatorios, fatiga, irritabilidad nerviosa, daño al tejido fino del riñón y del hígado, y daño severo al sistema nervioso	El selenio es bioacumulable, por lo que puede encontrarse en altas concentraciones en el pescado y otros organismos
Talio	Caída del cabello, alteración de la sangre, trastornos renales, intestinales o hepáticos	
Drenaje ácido	Contaminación del agua cercana y de los acuíferos; transporte de algunos de los metales arriba citados, a través del agua superficial y subterránea; y diseminación de los contaminantes metálicos	En la mina de San Sebastián, en el oriente del país, ya existe drenaje ácido de minas. Los riachuelos adyacentes tiene un pH menor de 3 y concentraciones de sulfato, aluminio, hierro, cobre y manganeso muy por encima de la norma (Bianchini, 2006)
Ácido sulfúrico	Aumenta la toxicidad de otros contaminantes como los sulfuros y los metales	

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (Ceaza); Departamento de Ingeniería de Minas, Universidad de la Serena; Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (Astsdr, por sus siglas en inglés); y Lenntech.

minera. En la Tabla también se puede ver que en El Salvador ya existen problemas con, al menos, el cobre y el mercurio, a pesar de las pocas minas que se explotan en las cercanías del Golfo de Fonseca. A continuación exponemos algunas consideraciones importantes sobre el cianuro, los metales pesados, el drenaje ácido y el ácido sulfúrico.

2.2. Cuatro contaminantes

A pesar de que se ha avanzado en el control del cianuro en la explotación minera, en términos de la gravedad de riesgos y efectos asociados, es el contaminante de mayor importancia después del drenaje ácido y uno de los venenos conocidos de más rápidas y mortales consecuencias (sus efectos se listan en la Tabla 1). Además, existe una relación entre el cianuro y los metales pesados: el cianuro separa el oro y la plata del mineral, y además separa y moviliza —en las aguas superficiales y a través de la tierra hasta llegar a las aguas subterráneas— metales pesados como arsénico, antimonio, cadmio, cromo, plomo, mercurio, níquel, selenio, talio, zinc, sulfuros de metales comunes y sales sulfúricas.

Los metales alterados de su estado natural tienen concentraciones más altas, son más resistentes a la descomposición y no son fácilmente reintegrados en los ciclos químicos del mundo natural (se requieren décadas o siglos). Si las condiciones de pH y concentración son adecuadas, los metales pesados se depositan en el sedimento. Sin embargo, durante las tormentas de la época lluviosa, la corriente fuerte de un río puede agitar el sedimento y movilizar los metales pesados que se transportan como material en suspensión.

Los metales pesados (cobre, arsénico, plomo, mercurio y cadmio, por ejemplo) son tóxicos, pueden acumularse en los tejidos vivos e incorporarse a la cadena alimenticia. Los metales pesados alterados de su estado natural cambian, a veces, a formas más fácilmente asimilables por los intestinos de los seres vivos. La severidad del envenenamiento causado por esa ingestión es variable, aunque puede ocasionar la muerte, como se puede ver en la Tabla 1.

Por otra parte, el drenaje ácido que se genera en las minas subterráneas, las de cielo abierto y en las pilas de roca de desperdicio es uno de los más graves problemas ambientales de la explotación minera. El contacto de minerales sulfurados con el agua produce ácido sulfúrico, que al estar presente en los líquidos de drenaje puede desencadenar otra serie de procesos de riesgo para la salud humana; entre ellos, un pH extremadamente bajo, disolución de la roca adyacente y lixiviado de más metales, los cuales, en función del pH reducido, pueden alcanzar concentraciones muy por encima de la admisible en los cuerpos de agua, y concentrarse de inmediato en los sedimentos o en los organismos.

Finalmente, el ácido sulfúrico es un líquido aceitoso transparente, incoloro, inodoro y muy corrosivo. Si hay exposición a ácido sulfúrico concentrado en el aire, se irrita la nariz y se siente su olor penetrante; si la sustancia se mezcla con bases, combustibles, oxidantes, agentes reductores o agua, pueden desatarse incendios o explosiones; y si el ácido se calienta, emite vapores sumamente tóxicos, entre los que se incluye el anhídrido sulfúrico. Los siguientes son ejemplos de efectos de la exposición de corta duración al ácido: al inhalarse, produce sensación de quemazón, tos, dificultad para respirar y dolor de garganta; al entrar en contacto con la piel o los ojos, produce dolor, enrojecimiento y quemaduras graves; y al ingerirse provoca dolor abdominal, sensación de quemazón, vómitos, colapso.

2.3. La realidad socio-sanitaria de la población salvadoreña

En relación con los indicadores de desarrollo humano de Costa Rica (posición 47; IDH 0.838) (PNUD, 2005, p. 243), El Salvador tiene una posición baja (posición 104; IDH 0.722) (PNUD, 2005, p. 244). Sin embargo, en los departamentos seleccionados para la explotación minera, la situación es la siguiente: Santa Ana, Chalatenango y San Miguel presentan un IDH medio-medio, entre 0.707 y 0.709; y La Unión, Cabañas y Morazán tienen un IDH medio-bajo, entre 0.673 y 0.624. Los datos

nos indican, pues, que la población de estos departamentos (unas dos millones de personas, un tercio de la población total del país) enfrenta serias deficiencias alimenticias, de salud y educativas, y bajos ingresos económicos.

El perfil socio-sanitario de la población salvadoreña presenta las siguientes características: bajo nivel de instrucción; desempleo e informalidad laboral; la mayoría de la población está en la pobreza; aproximadamente la mitad de la población consume agua proveniente del río Lempa, y un tercio de las familias consume

agua procedente de otras fuentes naturales o de dudosa procedencia; alto porcentaje de desnutrición; insuficiente gasto gubernamental en salud; limitada infraestructura y equipamiento sanitario; ausencia o escasez de personal especializado en toxicología; déficit en la cobertura de los servicios de salud; y elevada mortalidad materna e infantil. En consecuencia, la población salvadoreña, y en particular la rural, es muy vulnerable; una situación que eleva los riesgos y amenazas propios de los procesos de explotación de la minería metálica.

Tabla 2
Necesidades para el tratamiento de intoxicaciones y su situación en El Salvador

Necesidad	Situación en El Salvador
Recursos humanos en salud, en cantidad suficiente, debidamente distribuidos y adecuadamente capacitados para el manejo efectivo de este tipo de urgencias	No existe personal debidamente entrenado, y los hospitales y recursos humanos están concentrados en zonas urbanas, la mayoría en San Salvador
Una normativa legal que regule el uso de productos industriales propios de la actividad minera, y que garantice la protección de la salud de la población por los posibles daños provenientes de la industria	No se cuenta con legislación adecuada en El Salvador, y aunque existiera, se carece de organismos con personal capacitado para velar por el cumplimiento de la ley
Un sistema de vigilancia toxicológica capaz de dar seguimiento continuo; detectar oportunamente cualquier señal de riesgo; planificar y activar un procedimiento de alerta y atención temprana capaz de controlar y evitar cualquier daño a la salud humana individual y colectiva	No existen organismos con esa capacidad, ni parece haber planes para implementar dicho sistema de vigilancia
Abastecimiento abundante y constante de agua	Escasez e intermitencia del servicio de agua
Equipo de diagnóstico: radiología, tomografía axial computarizada (TAC), resonancia magnética nuclear (RMN), ecocardiografía y electroencefalograma	Centralización de los pocos equipos existentes en algunos hospitales de San Salvador
Abastecimiento de recursos y medicamentos para el tratamiento de intoxicaciones; por ejemplo, un botiquín extrahospitalario que contenga medicamentos como naloxona, flumazenil, glucosa, tiamina, atropina, hidroxocobalamina y oxígeno. Por otra parte, las medidas de reanimación aplicables al intoxicado agudo grave son básicamente las mismas que se aplican a cualquier enfermo crítico. No obstante, hay algunas diferencias, especialmente en la composición del botiquín de reanimación cardio-pulmonar, cuyo contenido debe ampliarse con los denominados antídotos reanimadores. Además, el botiquín hospitalario debe contener medicamentos para disminuir la absorción de los metales pesados. Y los hospitales que tratan a los enfermos intoxicados deben contar con equipos para cuidados intensivos, equipo de ventilación, etc., es decir, hospitales con tecnología moderna y suministro adecuado de fármacos	<ul style="list-style-type: none"> • Crisis permanente de medicamentos (escasez o desabastecimiento) en la red pública de salud, y señalamientos sobre la efectividad de los mismos por parte de los usuarios; todo combinado con altos costos en la red privada • Limitada existencia —circunscrita a algunos hospitales urbanos— de antídotos rutinarios y, especialmente, de reanimadores; e inexistencia de la mayoría de quelantes de metales pesados • Limitada existencia de salas y equipos para cuidados intensivos, y escasez de personal adecuadamente formado

Fuente: Elaboración propia con base en consulta con observadores expertos.

3. Impactos socioeconómicos de la industria minera

Los posibles impactos socioeconómicos relacionados con la actividad minera pueden analizarse desde dos perspectivas diferentes. Desde la primera, se entiende a la minería como un factor de desarrollo para los países donde la industria se implanta; desde la segunda, se analizan los efectos que la minería causa al medioambiente, sabiendo que éste es determinante para el desarrollo de nuestros países.

Al respecto, a nuestro juicio, lo importante no es un desarrollo que redunde en mayores ingresos solo para unos pocos, sino los aspectos cualitativos necesarios para la existencia del ser humano, es decir, aquellos aspectos claves para asegurar que las personas tengan una mejor calidad de vida y, por consiguiente, puedan aspirar a ser parte del desarrollo social: la salud, la educación y la existencia de un medioambiente sano.

Con respecto a los efectos de la actividad minera, existen estudios que demuestran que no es factor de desarrollo. De ellos, podemos

citar dos estudios presentados por Oxfam América, realizados por Michael Ross, de la Universidad de Los Ángeles, y Thomas Michael Power, de la Universidad de Montana, publicados en octubre de 2001 y septiembre de 2002, respectivamente. Michael Ross, en su estudio “Sectores extractivos y pobreza”, concluye, entre otras cosas, lo siguiente: (a) la dependencia del petróleo y los minerales reduce el ritmo de crecimiento económico y produce un tipo de crecimiento que ofrece pocos beneficios directos a la población de escasos recursos; (b) la dependencia de los minerales está fuertemente correlacionada con desigualdad en los ingresos; y (c) existe una fuerte correlación entre niveles altos de dependencia de minerales y altos índices de pobreza.

Por su lado, Thomas Michael Power, en su estudio “¿Excavando hacia el desarrollo? Una visión histórica de la minería y el desarrollo económico”, establece que

el impacto económico local de la evolución de la minería en Estados Unidos, Canadá y Australia

Tabla 3
Población, densidad e Índice de Desarrollo Humano, según departamento

Departamento	Población total	Extensión en km ²	Habitantes por km ²	IDH
San Salvador	2,221,824	886.15	2,507	0.788
La Libertad	803,687	1,652.88	486	0.741
Sonsonate	517,904	1,225.77	423	0.716
Santa Ana	618,734	2,023.17	306	0.707
Ahuachapán	362,054	1,239.60	292	0.682
Cuscatlán	214,978	756.19	284	0.714
La Paz	323,644	1,223.61	264	0.701
San Miguel	546,610	2,077.10	263	0.709
Usulután	350,299	2,130.44	164	0.697
La Unión	305,435	2,074.34	147	0.673
San Vicente	173,558	1,184.02	147	0.683
Cabañas	157,268	1,103.51	143	0.656
Morazán	180,436	1,447.43	125	0.624
Chalatenango	203,848	2,016.58	101	0.680
Total	6,980,279	21,040.79	332	0.732

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Digestyc (2007) y PNUD (2005).

Figura 3
Ubicación del proyecto minero El Dorado y límites aproximados de la cuenca del río Lempa



Fuente: Elaboración propia sobre mapa de Pacific Rim Mining Corp.

Tabla 4
Indicadores socio-sanitarios de la población salvadoreña

Indicador	Estado
Instrucción	Nivel de instrucción bajo
Empleo	28.5% de la población con empleo formal
Pobreza	Del 42.1% al 58.4%, a nivel nacional
Fuente de consumo de agua	En la cuenca del río Lempa habita el 54% del total de la población, se abastece el 58% (151) de los municipios del país y se producen 60 millones de m ³ de agua al año para consumo humano. Además, la cuenca suministra más del 50% del agua que se consume en el Área Metropolitana de San Salvador. 30% de la población utiliza fuentes naturales de agua para su consumo
Desnutrición	El 11% de la población total padece de desnutrición, y el 20% de los niños de 1 a 5 años y el 19% de las madres padecen anemia
Gasto en salud	En 2006, el gasto nacional en salud representó el 8.1% del PIB; el gasto público, el 4.0% (aproximadamente \$743 millones); y el gasto de los hogares, el 4.1% (aproximadamente \$762 millones)
Infraestructura y equipamiento en salud	Para todo el país, el Ministerio dispone de 624 establecimientos. De éstos, 3 son hospitales de tercer nivel; 27, de segundo nivel; y 12 son unidades de cuidados intensivos
Recursos humanos en salud	Por cada 10,000 habitantes, el Ministerio dispone de 4 médicos, 1 odontólogo, 2 enfermeras, 4 auxiliares de enfermería y 1 promotor de salud. Se desconoce la cantidad de recursos humanos especializados en toxicología
Cobertura de salud	En general, el sector deja sin cobertura a aproximadamente el 25% de la población
Tasa de mortalidad materna	La tasa de mortalidad materna es de 71.2 por cada 100,000 nacidos vivos (en Costa Rica es de 30)
Tasa de mortalidad infantil	La tasa de mortalidad infantil (niños menores de un año de vida) es de 24.6 por cada 1,000 nacidos vivos (en Costa Rica es de 11)

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OEI (2002), ISSS (2007), PNUD (2005 y 2007b), *Colatino* (2007), Fonaes, Digestyc (2007), ADS (2004), Mspas (2006 y 2007) y Guzmán (2007).

usualmente no fue positivo. Con frecuencia, la pobreza persistente o los pueblos fantasmas fueron el producto de la decadencia de la minería a nivel local. En general, el desarrollo económico sostenido que se logró a nivel local alrededor de la minería no fue un resultado de la minería. Durante las últimas décadas, las comunidades dependientes de la minería en esos países desarrollados continúan rezagadas en relación a otras economías regionales y a la economía nacional.

Estas conclusiones son válidas para los países centroamericanos. Además, tenemos la certeza de que las situaciones enunciadas por estos dos autores tendrían un mayor impacto en las sociedades del istmo debido a los grandes privilegios de los que gozan las empresas mineras, las cuales no tienen compromisos fuertes con los Estados. Por ejemplo, en la mayoría de los países de la región, las regalías que las empresas entregan a los gobiernos alcanzan en promedio un 2%, un porcentaje insignificante dada la magnitud de los recursos que explotan, y peor aún si lo comparamos con los daños socioambientales que ocasionan este tipo de industrias.

Por otra parte, está claro que la industria minera no es generadora de empleos masivos. De acuerdo a cifras oficiales de Honduras y Nicaragua, países en donde aquélla ha tenido mucha expansión, los niveles de empleo generados por las mineras son bajísimos en relación con la población económicamente activa (PEA). Así, en Nicaragua, en el año 2003, el nivel de empleo en el sector minero metálico y no metálico apenas representó el 0.20% de la PEA; y en Honduras, para ese mismo año, el nivel de empleo en el sector minero metálico alcanzó el 0.07% de la PEA.

Los datos dan luz sobre las posibilidades de empleo que se generarían en El Salvador. Si tomamos como cierta la información del estudio de impacto ambiental presentado por la empresa transnacional Pacific Rim sobre el proyecto minero El Dorado en el municipio de San Isidro (Cabañas), el total de empleados en la fase de operaciones —que durará 6 años— será de 237 personas, de las cuales

entre 10 y 15 serán extranjeros. Pero además, en el estudio de impacto ambiental se dice lo siguiente:

Con la excepción de los profesionales especializados y parte del personal administrativo profesional (que se estima en 89 personas), se cree que todos los empleados que se contraten serán de las comunidades locales. A excepción de los 10-15 profesionales con conocimiento minero especializado, Pacific Rim buscará candidatos calificados dentro de El Salvador antes de contratar a ciudadanos de otros países centroamericanos.

En otras palabras, serán 138 los empleos que estarán disponibles para personas de las comunidades. Se debe resaltar que este es un empleo no calificado, no debidamente remunerado, y además, de alto riesgo.

Por otro lado, contrario a lo que dicen los empresarios mineros, al hacer una revisión de la dinámica económica de la minería en los países de la región, se evidencia que la industria no tiene mayor peso. Un estudio realizado por el Centro Humboldt de Nicaragua en 2004 plantea, en términos generales, lo siguiente:

Las actividades extractivas de oro no generan aportes económicos de importancia; en el mejor de los casos, generan cerca del 1% del PIB de los países, y no tienen efectos multiplicadores sobre otros sectores. Esto tanto porque el empleo y masa salarial que generan son insignificantes, utilizan pocos insumos por la vía del mercado local, y porque el producto que generan es exportado casi en su totalidad, sin convertirse en insumo para otros sectores económicos. La extracción de oro cobra una alta cuota de insumos bajo la forma de recursos naturales que no son considerados como un costo de la actividad debido a que no son debidamente valorados, pero que deben tomarse en cuenta a la hora de evaluar los costos de las actividades extractivas.

Después de hacer un análisis más exhaustivo de las principales variables económicas, el estudio concluye que

la importancia económica de las actividades extractivas revela que son poco significativas en

términos de generación de empleos, salarios, exportaciones e ingresos fiscales, al grado que cada uno de estos indicadores, con excepción de las exportaciones, no superan el 0.2% en relación al total correspondiente.

Con respecto a los impactos socio-ambientales que se generan a partir de la industria minera, debemos considerar la experiencia internacional y, desde luego, la experiencia de nuestro país, teniendo en cuenta la explotación minera que se desarrolló entre los años cincuenta y ochenta del siglo pasado. Tanto la experiencia nacional como la internacional evidencian los graves daños al medioambiente que provoca este tipo de industria: la minería afecta el suelo, el aire y los recursos hídricos.

Por ejemplo, un estudio técnico realizado por Bianchini (2006) demuestra los graves daños a la salud de los pobladores en la zona del proyecto minero ubicado en Valle de Siria, Honduras. Se encontró que los valores de plomo y arsénico en las personas analizadas son superiores a los considerados peligrosos por la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Por otra parte, diversos estudios demuestran que los recursos hídricos son los más afectados, pues, entre otras cosas, se reduce la cantidad o disponibilidad del recurso, ya que la industria necesita de grandes cantidades de agua para desarrollar sus procesos, tal como queda evidenciado en el estudio de impacto ambiental presentado por la Empresa Pacific Rim ante el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, en el que se prevé la utilización de 10.4 litros de agua por segundo, es decir, 898,560 litros al día.

En síntesis, existe suficiente evidencia científica y empírica que demuestra lo dañina que resulta la actividad minera para las sociedades. De igual manera podemos afirmar que, desde la perspectiva económica, esta actividad no es factor de desarrollo para los países, ya que en el mediano y largo plazo genera mucho más costos ambientales, sociales y económicos que los supuestos beneficios que genera a corto plazo.

Referencias bibliográficas

- Agostini, S.; Corti, G.; Doglioni, C.; Carminati, E.; Innocenti, F.; Tonarini, S.; Manetti, P.; Di Vincenzo, G.; y Montanari, D. (2006). "Tectonic and magmatic evolution of the active volcanic front in El Salvador: insight into the Berlín and Ahuachapán geothermal areas", *Geothermics*, 4, vol. 35, agosto 2006, pp. 368-408.
- Arenal, L. (2006). "Estado, minería y derechos humanos en El Salvador", *Argumentos*, 7, diciembre 2006.
- Asociación Demográfica Salvadoreña (ADS) (2004). *Encuesta Nacional de Salud Familiar: Fesal 2002-2003. Informe final*. San Salvador: ADS.
- Baker Matta, M.; McKinnie, D.; Barraza, E.; y Sericano, J. (2002). *Hurricane Mitch Reconstruction/Gulf of Fonseca Contaminant Survey and Assessment*. Seattle: Office of Response and Restoration, NOAA Ocean Service.
- Bianchini, F. (2006). *Estudio técnico. Contaminación de agua en el área de explotación minera del proyecto San Martín, en el Valle de Siria, y repercusiones sobre la salud humana*. Disponible en http://www.miningwatch.ca/updir/Valle_de_Siria-Glamis_Gold.pdf.
- Cárdenas, L. (2007). "Fundemas lanza libro *Río Lempa Caudal de Vida*", *Colatino*, 4 de octubre de 2007. Disponible en <http://www.diariocolatino.com/es/20071004/nacionales/47782/?tpl=69>.
- DeMets, C. (2001). "A New Estimate for Present-Day Cocos-Caribbean Plate Motion: Implications for Slip Along the Central American Volcanic Arc", *Geophysical Research Letters*, 21, vol. 28, pp. 4043-4046.
- Dirección General de Estadísticas y Censos (Digestyc) (2007). *Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2006*. San Salvador: Digestyc.

- Fondo Ambiental de El Salvador (Fonaes) (2004). "Lanzamiento de la Campaña 'Reencuentro con el Río Lempa'". Disponible en <http://www.fonaes.gob.sv/noticia/noticia2004/nrrlempa.htm>.
- Fornieles Pérez, H. G.; Martínez Coronel, J. F.; y Bellot Iglesias, J. L. (1999). "Intoxicación por productos industriales". En *Principios de urgencias, emergencias y cuidados críticos*. Granada: Editorial Alhulia S.L. Disponible en <http://tratado.uninet.edu/c1008i.html>.
- Guzmán, H. (2007). *Modelo de Financiamiento para la Reforma del Sector Salud en El Salvador*. San Salvador: s/e.
- Hartley, Z. (1995). *Investigación de las operaciones de extracción de oro en Omai*. s/l.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (Mspas) (2006). *Línea de Base de Mortalidad Materna en El Salvador. Junio 2005-mayo 2006*. San Salvador: Mspas.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (Mspas) (2007). *Variables e Indicadores del Mspas, El Salvador, enero-noviembre de 2007*. San Salvador: Mspas.
- Ministerio de Trabajo e Inmigración (2004). *Fichas Internacionales de Seguridad Química*. Madrid: s/e.
- Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) (2002). *Revista Iberoamericana de Educación*, 30, septiembre-diciembre 2002.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2005). "Indicadores del desarrollo humano". En *Informe sobre Desarrollo Humano 2005*. Nueva York: PNUD.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2007a). *Trayectorias hacia el cumplimiento de los ODM en El Salvador. Cuadernos sobre Desarrollo Humano. Mayo 2007, No. 6*. San Salvador: PNUD.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2007b). "Indicadores del desarrollo humano". En *Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008*. Nueva York: PNUD.
- Sánchez, L. E. (2002). "Drenaje de minas a cielo abierto". En *Notas de clases dictadas en el II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental*. Montevideo: Oficina Regional de Ciencia de la Unesco para América Latina y el Caribe. Disponible en <http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/17drenaje.pdf>.