

# ¿GESTIÓN AMBIENTAL EN ZONAS MINERAS?

Por **Natalie Alem Zabalaga**  
CENDA

**H**an pasado casi 25 años desde la promulgación de la Ley 1333 de Medio Ambiente (abril de 1992) y hasta la fecha su cumplimiento e implementación por las autoridades nacionales, departamentales y municipales es casi nula.

En este escenario, considerando que el Estado, por mandato de la CPE, es el encargado de velar por el derecho de las personas a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado, de manera que individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, puedan desarrollarse de manera normal y permanente (Artículo 33 de la CPE), cabe preguntarse, ¿por qué las instancias públicas no priorizan ni asignan suficientes recursos para la gestión ambiental?

El estudio anterior muestra el caso de dos sub-cuencas mineras en un ambiente árido, donde el 98% de las muestras de agua tomadas en diferentes fuentes de agua (río, pozos, tanques, vertientes, etc.) necesitan algún tipo de tratamiento para que sean aptas para su uso (humano, animal o riego). Si bien existe contaminación natural en este entorno, los elementos que se encuentran en mayores concentraciones y que suponen un riesgo para la salud humana y del entorno, son derivados de la actividad minera presente en la zona.

Si en los próximos nueve años no se invierte seriamente en tecnologías que permitan la prevención, mitigación y la remediación de los

*Las instancias públicas no priorizan ni asignan suficientes recursos para la gestión ambiental. Este hecho, particularmente en entornos mineros, atenta contra la vida y los medios de vida de las personas y deja como resultado ambientes contaminados, degradados y deshabitados.*



efectos causados por estas actividades, además de que las instancias públicas tomen en serio su rol de fiscalización y asuman la responsabilidad de hacer cumplir los derechos fundamentales (como es el derecho al agua, por ejemplo) y de la Madre Tierra, los territorios y los medios de vida de las poblaciones donde se desarrollan actividades hidrocarburíferas y mineras están destinados a degradarse y

la población empobrecida a migrar en busca de otras oportunidades.

### **El cuidado del medio ambiente en la cola de los presupuestos públicos**

Han pasado casi 25 años desde la promulgación de la Ley 1333 de Medio Ambiente (abril de 1992) –la cual estableció el marco regulador general de la gestión ambiental, para proteger y conservar el medio ambiente y los recursos naturales promoviendo un desarrollo sostenible en Bolivia– y hasta la fecha su cumplimiento e implementación por las autoridades nacionales, departamentales y municipales es casi nula.

La gestión ambiental comprende,

entre otros aspectos, la formulación y establecimiento de políticas ambientales, el establecimiento de normas y regulaciones jurídico-administrativas, las instancias de participación ciudadana y el establecimiento de instrumentos e incentivos (Art. 3 Reglamento General de Gestión Ambiental, 1995). Una adecuada gestión ambiental involucra estrategias, planes y acciones que debieran ser desarrolladas por el Estado y la ciudadanía con el objeto de asegurar la calidad del medio ambiente en que viven.

A nivel nacional es el Ministerio de Medio Ambiente y Agua el organismo encargado de realizar la planificación estratégica en materia de gestión ambiental, para –entre otras cosas– conservar el medio ambiente y su calidad. Los gobiernos departamentales, son las instancias responsables de la gestión ambiental a nivel departamental y de la aplicación de la política ambiental nacional, deben fiscalizar y controlar las actividades relacionadas con el medioambiente y los recursos naturales y la ejecución



**A pesar de que la normativa y reglamentaciones ambientales están vigentes desde hace más de veinte años, y las atribuciones de los organismos gubernamentales claramente definidas, la ineficiente gestión ambiental ha llevado a la pérdida de los recursos naturales de nuestro país y a una mayor contaminación de suelos, cuerpos de agua y el aire de las áreas en las cuales habita la mayoría de la población boliviana.**

de programas y proyectos para la prevención y control de la calidad ambiental. Los gobiernos municipales deben dar cumplimiento a las políticas ambientales de carácter nacional y departamental y deben –entre otras cosas– ejercer las funciones de control y vigilancia a nivel local sobre las actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente y los recursos naturales (Art. 7, 8, 9 del Reglamento General de Gestión Ambiental, 1995).

A pesar de que la normativa y reglamentaciones ambientales están vigentes desde hace más de veinte años, y las atribuciones de los organismos gubernamentales claramente definidas, la ineficiente gestión ambiental ha llevado a la pérdida de los recursos naturales de nuestro país y a una mayor contami-



En base a las obligaciones y presupuestos se evidencia que el desarrollo de políticas públicas orientadas a la prevención ambiental, o la ejecución de programas y proyectos para la prevención y control de la calidad ambiental, no son prioridad para gobiernos locales o del nivel central.

nación de suelos, cuerpos de agua y el aire de las áreas en las cuales habita la mayoría de la población boliviana. Entre el año 2000 y 2010 Bolivia ha perdido 1.820.000 hectáreas de bosques por efecto de la deforestación<sup>1</sup>; 2,1 millones de hectáreas de suelo están en proceso de degradación<sup>2</sup>, de los 337 municipios apenas 29 tienen unidades para manejar los residuos sólidos que generan sus habitantes, sólo se recicla el 2.8% de la basura<sup>3</sup> y cada vez más fuentes de agua son contaminadas por actividades humanas, entre algunos ejemplos.

Este hecho se refleja además en la prioridad que se le da a la partida Medio Ambiente en los presupuestos tanto nacionales como departamentales y municipales, en los cuales se ve, por ejemplo, que la inversión pública a nivel nacional para medio ambiente fue de Bs 183,832, lo cual corresponde al 0.43% del total de la inversión pública para el año 2015 (Ministerio de Planificación y Desarrollo, 2016). En contraparte, el Estado Central que administra el 58% de los recursos generados por impuestos y regalías, en su presupuesto para el 2016 asignó más del 67% de los recursos de inversión a los sectores de energía, minería, hidrocarburos y transportes (Fundación Jubileo, 2016).

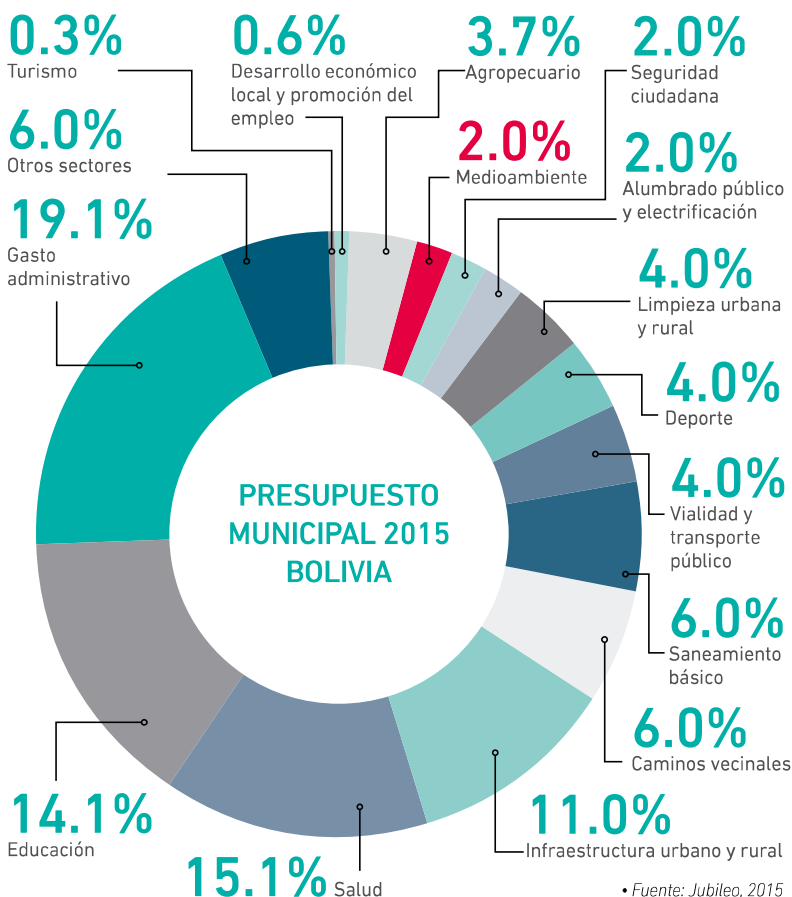
De igual manera, los gastos corrientes del sector público siguen aumentando, mientras que otros sectores como la industria, agropecuario y medio ambiente registran una disminución en el presupuesto para el 2016. Los sueldos, jubilaciones y bonos, que son el principal componente de los gastos corrientes, han aumentado más de 330% entre el año 2005 y el año 2016 (Fundación Jubileo, 2016).

Por su parte, los Gobiernos Departamentales ejecutaron en el sector Recursos Naturales y Medio Ambiente entre el 0.1% y el 1.9% del total de la inversión pública el año 2014. Beni fue el departamento que ejecutó menos con el 0.1%, mientras que Cochabamba ejecutó el 0.5% y Oruro el 1.9% del total de su presupuesto para Recursos Naturales y Medio Ambiente (Ministerio de Planificación y Desarrollo, 2016).



Gráfico 1:

Presupuesto 2015 de Gobiernos Municipales Total Bolivia por tipo de gasto y por sector







además de otros seres vivos, puedan desarrollarse de manera normal y permanente (Artículo 33 de la CPE), cabe preguntarse, ¿por qué las instancias públicas no priorizan ni asignan suficientes recursos para la gestión ambiental?

### Efectos de la actividad minera sobre el agua

El Centro de Comunicación y Desarrollo Andino (CENDA) viene desarrollando acciones de investigación en las sub-cuencas mineras del río Poopó y del río Antequera-



Entre el año 2000 y 2010 Bolivia ha perdido 1.820.000 hectáreas de bosques por efecto de la deforestación; 2,1 millones de hectáreas de suelo están en proceso de degradación, de los 337 municipios apenas 29 tienen unidades para manejar los residuos sólidos que generan sus habitantes.

Por último, los Gobiernos Municipales, el año 2015 en su conjunto contaban con un presupuesto de 1.705 millones de dólares y de ese monto asignaron solo el 1.96% para el sector desarrollo y preservación del medio ambiente (ver gráfico). Mientras que entre 2011 y 2015 se duplicó el presupuesto para el pago de Servicios Personales<sup>4</sup> (Fundación Jubileo, 2015).

En base a las obligaciones y presupuestos se evidencia que el desarrollo de políticas públicas orientadas a la prevención ambiental, o la ejecución de programas y proyectos para la prevención y control de la calidad ambiental, no son prioridad para gobiernos locales o del nivel central. Por otra parte, las competencias del gobierno central y gobiernos autónomos de los niveles departamental y municipal, al no haberse ejercido en el marco de lo establecido por la Ley 1333, han generado responsabilidades administrativas por omisión en todos los niveles gubernamentales, sin que estas responsabilidades hayan sido observadas ni por la Contraloría General del Estado, ni por la Asamblea Legislativa que

tiene la función de fiscalizar a estos órganos de gobierno.

Este hecho muestra la contradicción que se vive en el país, donde por un lado se defienden en el discurso los derechos de la Madre Tierra<sup>5</sup>, y por el otro, no hay voluntad política para hacer cumplir la normativa ambiental vigente, y no se destinan presupuestos para Vivir Bien en armonía con la Madre Tierra.

En Bolivia, un país tradicionalmente minero, 115 municipios reportan regalías mineras<sup>6</sup>; es decir más de un tercio del total de los municipios. La industria minera está catalogada como una de las actividades más contaminantes, pues produce diversos impactos negativos en el medio ambiente y social en todas sus etapas (desde el reconocimiento geológico hasta el cierre de minas) (MMAyA, 2010).

En este escenario, considerando que el Estado, por mandato de la CPE, es el encargado de velar por el derecho de las personas a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado, de manera que individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones,

ra-Pazña desde el año 2013. Estas sub-cuencas se encuentran al este del Lago Poopó, entre los 3700 y 4750 msnm. La zona es semiárida, con un índice de precipitación pluvial relativamente bajo y estacional (el 70% de las lluvias ocurren entre diciembre y febrero). Según el Censo (2012), la población se dedica principalmente a la actividad agropecuaria (42.8% y 46.2% en los municipios de Poopó y Pazña respectivamente) y en menor proporción a la minería (21.1% y 17.1% en los municipios de Poopó y Pazña respectivamente).

Actualmente en las sub-cuencas Poopó y Pazña-Antequera, operan empresas transnacionales (Sinch'i Wayra e Illapa subsidiarias de la compañía suiza Glencore), empresas mineras chicas (Tiwanacu, Ferrari, Avicaya y San Lucas), y cooperativas (Poopó Ltda, Santa Rosa Poopó Ltda, Totoral y otras).

CENDA, en coordinación con la Universidad de Londres (UCL: University College of London) desarrolló un estudio sobre la calidad del agua y la vulnerabilidad de las poblaciones frente a la escasez y contaminación del agua en las

sub-cuencas mineras del río Poopó y del río Antequera-Pazña, entre los años 2013 y 2015.

En el estudio se encuestaron a 165 familias de las sub-cuencas de los ríos Poopó y Pazña-Antequera, los resultados mostraron que si bien un gran porcentaje de la población tiene acceso a la red pública (43.6%), la cantidad de agua consumida por persona no necesariamente satisface sus necesidades básicas. En promedio, en las dos sub-cuencas una persona utiliza 11,1 litros de agua al día para su consumo y necesidades de higiene, lo cual está muy por debajo de los 100 litros de agua al día que recomienda la OMS como acceso óptimo para promover la salud (Alem et al., 2014).

El mismo estudio mostró que el 40.6% de la población encuestada no tiene acceso al agua (usan menos de 5 litros por persona/día), el 49.1% tiene un acceso básico (usan en promedio 20 litros por persona/día) y el 10.3% tienen un acceso intermedio (usan en promedio 50 litros por persona/día), según estándar



Treinta puntos de los 42 sitios muestreados (71.4%) fueron clasificados con CCA 6 – 10, lo que indica que son no son aptos para el consumo humano sin previo tratamiento y no se recomienda su uso para el riego (o agua para el ganado en muchos casos).



res de la OMS. Esto significa que casi el 41% de la población vive con un riesgo de salud muy alto por no tener acceso al agua, lo cual puede derivar en casos de deshidratación, formación de cálculos urinarios, mayor riesgo de contraer cáncer de tracto urinario, mala salud oral, exposición a patógenos, etc. (Howard y Bartram, 2003).

No solo el acceso al agua en poca cantidad representa un riesgo potencial para la salud, sino también la calidad del agua disponible tanto para el consumo humano, como animal y para riego. La Universidad de Londres evaluó la calidad del agua en 42 sitios en ambas sub-cuencas (ver mapa 1), en cuatro campañas (agosto y diciembre de 2013; y abril y julio de 2014) y la clasificó en un Índice de Calidad del Agua (CCA), del 1 al 10 (ver mapa 1). Cuanto mayor es la puntuación, menor es la calidad del agua (French, 2015).

Los puntos evaluados incluyen muestras en un canal de riego en Urmiri; tres puntos en la salida de las descargas

Tabla 1: Clasificación de la calidad del agua CCA 2 – 5

CÓDIGO	LUGAR	TIPO	USOS	ELEMENTOS QUÍMICOS SOBRE LOS LÍMITES PERMISIBLES*	CCA**	RESTRICCIONES DE USO
PUNP1	Puñaca	Grifo	Consumo humano		2	Apta para todos los usos.
CABT1	Cabrería	Tanque	Consumo humano	F, Sb	3	Requiere tratamiento para el F y Sb.
POR4	Poopó	Río	Riego, animal	Sb	3	Requiere tratamiento para Sb si se usa para consumo humano.
URR1	Urmiri	Río	Consumo humano, riego, animal	F	3	Requiere tratamiento para el F.
URR2	Urmiri – Talaco	Río	Consumo humano, riego, animal	F, Sb	3	Requiere tratamiento para el F y Sb.
CALLP3	Callipampa	Pozo	Consumo humano, riego, animal	F, B	4	Requiere tratamiento para el F y B.
CUCC1	Kuchu-Avicaya	Tanque	Riego	F, As	4	Requiere tratamiento para el F y As.
PALP10	Vilaque	Pozo	Consumo humano, riego, animal	F, Mn, Cd	4	Requiere tratamiento para el F, Mn y Cd.
PMO1	Morochi	Pozo	Consumo humano, riego, animal	As, F, Sb	4	Requiere tratamiento para el As, F y Sb.
PUNP2	Puñaca	Pozo	Riego, animal	Mn, F, Sb, As, B	5	No apta para consumo humano, precaución en uso para ganado o riego.
URR3	Urmiri	Río	Riego, animal	B, F	5	Requiere tratamiento para el B y F.
URV1	Urimiri	Vertiente	Consumo humano	Sb, B, F, Fe	5	No apta para consumo humano, precaución en uso para ganado o riego.

\* Definidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)

\*\*CCA=2 Buena químicamente para todos los uso; CCA=3 Buena químicamente para todos los uso, requiere tratamiento para algunos elementos; CCA=4 Aceptable químicamente para todos los usos, requiere tratamiento para algunos elementos de importancia para la salud; CCA=5 Aceptable químicamente para riego y ganado, no se recomienda para consumo humano por alta conductividad eléctrica (CE); CCA=6 Puede ser utilizada para el riego y ganado, pero se debe tener precaución con algunos elementos químicos; CCA=7 No se recomienda para el consumo humano ni riego (por altos valores de CE), puede ser utilizada para el ganado con precaución por algunos elementos químicos; CCA=8 Agua afectada por la actividad minera, no es adecuada para ningún uso; CCA=9 Agua termal, uso recreativo; CCA=10 Agua fuertemente afectada por la minería. Restricción total para uso humano, ganado, y riego/agricultura.

mineras de Bolívar, Machacamarcuquita y Tiwanacu; un grifo en la comunidad de Puñaca (parte baja de la sub-cuenca Poopó), 15 puntos en pozos, 15 puntos en los ríos Antequera, Urmiri, Pazña y Poopó; dos tanques, tres aguas termales y dos vertientes<sup>7</sup> (ver tablas 1 y 2).

Doce puntos (28.6%) fueron clasificados con un CCA menor a 5, es decir aguas de buena-aceptable calidad química (tabla 1). Sólo un punto (grifo en Puñaca) fue clasificado como CCA 2, el cual es aceptable químicamente para el consumo humano sin restricción de uso (pendiente de evaluación microbiana).

Los otros puntos clasificados como CCA 3, 4 y 5, tienen concentraciones elevadas de flúor, antimonio y a veces de arsénico, cadmio o boro que exceden los límites permisibles de la clase "A" del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), y en algunos casos (CCA=5) la conductividad eléctrica (CE) supera los valores recomendados para el agua potable. La química de las aguas termales locales (véase más adelante) sugiere que muchos de los elementos y sales excedentes son de origen natural (especialmente flúor y antimonio). Por otra parte, la relativamente buena calidad de los puntos de la parte alta de la cuenca de los ríos Poopó y Urmiri, ilustra el estado natural de los ríos sin la influencia de la actividad minera.

En general, los puntos con CCA 3, 4 y 5 requieren un tratamiento para reducir las concentraciones de los elementos de importancia para la salud: flúor, antimonio y, ocasionalmente, arsénico y cadmio, además de un tratamiento de potabilización si se utiliza para consumo humano.

Cuando el CCA supera 5 empieza a aparecer un motivo de preocupación en la calidad del agua debido a que existen elementos químicos (flúor, arsénico, antimonio, cadmio, manganeso, zinc, aluminio, hierro) que exceden frecuentemente y en altas magnitudes los criterios de la clase "A" del RMCH y en muchos casos tienen CE elevada.

Treinta puntos de los 42 sitios muestreados (71.4%) fueron clasificados con CCA

## Agua afectada por la actividad minera

**1** El Río Poopó a la altura del puente, con muy elevados niveles de CE (>8 dS/m), zinc (20.2 mg/l), cadmio (0.17 mg/l) y sodio (1675.9 mg/l) y elevados niveles de cloro (2480.2 mg/l), boro (5.81 mg/l) y manganeso (2.2 mg/l).

**2** El Río Poopó a la altura de Kesukesuni, con muy elevados niveles de zinc, cadmio y hierro y elevados niveles de CE (9.2 dS/m), boro (5.6 mg/l), manganeso (1.6 mg/l), antimonio (0.03 mg/l), flúor (1.6 mg/l), litio (5.3 mg/l), sodio (1592.7 mg/l), cloro (5061.4 mg/l) y sulfato (1255.9 mg/l).

**3** Todas las ubicaciones del Río Antequera, con extremadamente elevadas concentraciones de zinc (390.3 mg/l), hierro (53.7 mg/l), aluminio (33.7 mg/l) y cadmio (0.5 mg/l) y elevadas concentraciones de CE (3.3 dS/m), manganeso (17.5 mg/l), cobre (1.4 mg/l), níquel (0.2 mg/l), flúor (4.2 mg/l), sulfato (1750.7 mg/l) y a veces antimonio (0.1 mg/l) y plomo (0.1 mg/l).

**4** La confluencia del Río Antequera y el Río Pazña, que presenta niveles extremadamente altos de zinc (101.3 mg/l), aluminio (24.9 mg/l), cadmio (0.3 mg/l) y manganeso (14.3 mg/l), y también elevadas concentraciones de sulfato (m 1149.8 g/l), cobre (0.5 mg/l), hierro (2.8 mg/l), níquel (0.2 mg/l), antimonio (0.04 mg/l) y cobalto (0.1 mg/l).

6 – 10 (tabla 2), lo que indica que son no son aptos para el consumo humano sin previo tratamiento y no se recomienda su uso para el riego (o agua para el ganado en muchos casos). Esto incluyó un 73% de los pozos muestreados (aguas subterráneas), un 73% de aguas superficiales, todas las aguas termales en la muestra, el canal de riego de Urmiri, la vertiente de Martha (Totoral) y los drenajes ácidos de mina.

Los cuatro puntos clasificados como CCA 6 (pozo en Pazña, vertiente en Martha, río Poopó a la altura de Kesukesuni y atajado para riego en Laca Laca) superan los criterios de la clase 'A' para el flúor, arsénico, antimonio y en algunos casos cadmio (elementos que pueden afectar a la salud). Adicionalmente, superan los límites permisibles para otros elementos, como ser el manganeso, zinc, aluminio y/o hierro, que pueden sugerir cierta infiltración/migración de agua contaminada por la actividad minera. En principio no se recomienda su tratamiento a menos que el foco de contaminación sea contenido y controlado (descargas mineras aguas arriba).

Nueve puntos fueron clasificados como CCA 7 (siete pozos en Pazña, el canal de riego en Urmiri y un pozo en Quellía). En estos puntos el contenido de sales es alto, al igual que el sodio, cloro, boro y, a veces, el litio. Además las concentraciones de flúor, antimonio y cadmio en estos sitios suelen superar los criterios de la clase "A" del RMCH. Algunos pozos en Pazña tienen elevadas concentraciones de arsénico, sulfatos y manganeso, lo cual podría sugerir la posibilidad de que exista una migración de agua de mina al agua subterránea en esta área. Todos los sitios con CCA 7 requieren un tratamiento previo antes de su uso; y además una desalinización si se utilizará el agua como agua potable.

Se clasificaron once sitios como CCA 8: ubicaciones con agua afectada por la actividad minera con elevados niveles de sulfato y muy elevados niveles de metales y metaloides (Ver columna central).

Es necesario controlar la actividad minera en la parte alta de la cuenca, inclu-

**Tabla 2: Clasificación de la calidad del agua CCA 6 – 10**

CÓDIGO	LUGAR	TIPO	USOS	ELEMENTOS QUÍMICOS SOBRE LOS LÍMITES PERMISIBLES*	CCA**	RESTRICCIONES DE USO
KER1	Kesukesuni	Río	Riego, animal	Zn, Sb, F, B	6	No apta para consumo humano, precaución en uso para ganado o riego.
LCR1	Laca Laca	Río	Riego, animal	Zn, Ni, Cd	6	No apta para consumo humano, animal o riego.
TOTV2	Martha	Vertiente	Uso doméstico	Zn, Sb, F, Al, As	6	No apta para consumo humano, precaución en uso para ganado o riego.
VIP1	Pazña	Pozo	Uso doméstico	Fe, Mn, As, Cd, B	6	No apta para consumo humano, requiere tratamiento para el B y Mn.
PALP2	Pazña	Pozo	Riego	F, B, As, Sb, SO <sub>4</sub>	7	No apta para consumo humano o riego, precaución en uso para ganado.
PALP3	Pazña	Pozo	Consumo humano	B, F, Mn, As, Li, Sb	7	No apta para consumo humano o riego, precaución en uso para ganado.
PALP4	Pazña	Pozo	Consumo humano y riego	Mn, As, B, Li, F, Sb, SO <sub>4</sub>	7	No apta para consumo humano o riego, precaución en uso para ganado.
PALP5	Pazña	Pozo	Abandonado	As, B, F, Sb, Li, SO <sub>4</sub>	7	No apta para consumo humano, animal o riego.
PALP7	Pazña	Pozo	Consumo humano	B, Li, F, As, NO <sub>3</sub>	7	No apta para consumo humano, animal o riego.
PALP8	Pazña	Pozo	Consumo humano	B, Li, F, As, NO <sub>3</sub>	7	No apta para consumo humano, animal o riego.
PALP9	Pazña	Pozo	Consumo humano	B, Li, F, As, NO <sub>3</sub>	7	No apta para consumo humano, animal o riego.
PQUE1	Quellia	Pozo	Consumo humano, riego, animal	B, As, F	7	No apta para consumo humano o riego.
URC1	Urmiri	Canal	Uso doméstico y riego	B, F, Sb, Li	7	No apta para consumo humano ni riego, precaución en uso para ganado.
AVR1	Avicaya	Río	Riego, animal	Zn, Fe, Al, Cd, Mn, Cu, As, Ni, Sb, F, Pb, Co	8	No apta para consumo humano, animal o riego.
AVR2	Avicaya	Río	Riego, animal	Zn, Fe, Al, Cd, Mn, Cu, As, Ni, Sb, F, Pb, Co	8	No apta para consumo humano, animal o riego.
AVR3	Avicaya	Río	Riego, animal	Zn, Fe, Al, Cd, Mn, Cu, As, Ni, Sb, F, Pb, Co	8	No apta para consumo humano, animal o riego.
BOD11	Bolívar	DAM	Descarga drenaje ácido de mina al río	Zn, Cd, Mn, F, Sb	8	No apta para consumo humano, animal o riego.
KER2	Kesukesuni	Río	Riego, animal	Zn, Cd, Fe, B, Mn, Li, Sb, F	8	No apta para consumo humano, animal o riego.
PALR2	Pazña	Río	Riego, animal	Zn, Al, Cd, Mn, Cu, Sb, Fe, Ni, F, Co, SO <sub>4</sub>	8	No apta para consumo humano, animal o riego.
PAZR1	Pazña	Río	Riego, animal	Zn, Al, Cd, Mn, Cu, Sb, Fe, Ni, F, Co, SO <sub>4</sub>	8	No apta para consumo humano, animal o riego.
POR3	Poopó	Río	Riego, animal	Zn, Cd, Fe, B, Mn, Li, F	8	No apta para consumo humano, animal o riego.
TOTP5	Totoral	Pozo	Uso doméstico	Al, Fe, Cu, Cd, Zn, Ni, Sb, F, Co, Mn, B	8	No apta para consumo humano, animal o riego.
TOTR1	Martha	Río	Riego, animal	Zn, Fe, Al, Cd, Mn, Cu, As, Ni, Sb, F, Pb, Co	8	No apta para consumo humano, animal o riego.
TOTR2	Totoral	Río	Riego, animal	Zn, Fe, Al, Cd, Mn, Cu, As, Ni, Sb, F, Pb, Co	8	No apta para consumo humano, animal o riego.
CABTE	Cabrería	Termal	Recreación	B, Li, F, Sb	9	No apta para consumo humano, animal o riego.
PAZP3	Pazña	Pozo	Animal	B, Li, F, As, Sb, Mn	9	No apta para consumo humano, animal o riego.
PAZTE	Pazña	Termal	Recreación	B, Li, F, Sb, Fe	9	No apta para consumo humano, animal o riego.
URLT1	Urmiri	Termal	Recreación	Sb, B, Li, F, Fe	9	No apta para consumo humano, animal o riego.
MAD1	Machacamaquita	DAM	Descarga drenaje ácido de mina al río	Zn, Fe, Al, Cd, Mn, As, Sb, F, Co, Mg, B	10	Restricción para todos los usos.
TID1	Tiahunacu	DAM	Descarga drenaje ácido de mina al río	Zn, Cd, Fe, B, Cu, Mn, Sb, F, Li, Ni, As	10	Restricción para todos los usos.

\* Definidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)

\*\*CCA=2 Buena químicamente para todos los uso; CCA=3 Buena químicamente para todos los uso, requiere tratamiento para algunos elementos; CCA=4 Aceptable químicamente para todos los usos, requiere tratamiento para algunos elementos de importancia para la salud; CCA=5 Aceptable químicamente para riego y ganado, no se recomienda para consumo humano por alta conductividad eléctrica (CE); CCA=6 Puede ser utilizada para el riego y ganado, pero se debe tener precaución con algunos elementos químicos; CCA=7 No se recomienda para el consumo humano ni riego (por altos valores de CE), puede ser utilizada para el ganado con precaución por algunos elementos químicos; CCA=8 Agua afectada por la actividad minera, no es adecuada para ningún uso; CCA=9 Agua termal, uso recreativo; CCA=10 Agua fuertemente afectada por la minería. Restricción total para uso humano, ganado, y riego/agricultura.



yendo la contención de los pasivos mineros para evitar que entren en contacto con el agua (y así evitar la generación de drenaje ácido de mina, DAM) y la contención y tratamiento de los DAM.

Los tres sitios con agua termal y un pozo en Pazña, fueron clasificados como CCA 9. Estas aguas tienen contenidos extremadamente altos de CE (6-18 dS/m), sólidos disueltos totales, sodio, cloro y muy altos niveles de boro y altos niveles de litio, flúor y antimonio, y, a veces, de hierro. El pozo también contiene elevadas concentraciones de arsénico y manganeso. Las concentraciones encontradas en las aguas termales sugieren que el boro, el litio, el flúor y el antimonio están presentes de forma natural en la región. Estas aguas son de mineralización alta y solo son adecuadas para el baño.

Por último, los drenajes de Machacamarca y Tiwanacu fueron clasificados con CCA 10. Son aguas muy contaminadas y no son adecuadas para uso alguno dada la concentración de metales y metaloides, su pH ácido y contenido de  $CE > 10$ . Estas aguas deben contenerse y tratarse para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y/o de los ríos al cual vierten sus residuos.

En resumen, se puede ver que la contaminación natural se caracteriza por las altas concentraciones de sales y la superación de los límites permisibles de Clase "A" en la normativa boliviana para

algunos elementos de importancia para la salud (por ejemplo, F, B, y Sb). Mientras que los valores muy altos de contaminación relacionados a la actividad minera (por ejemplo, Zn, Al, Mn, Fe,  $SO_4$ , y Cd), hace que muchas aguas no sean aptas para ningún uso sin un tratamiento significativo y representan un problema para la salud y el medio ambiente.

El estudio anterior muestra el caso de dos sub-cuencas mineras en un ambiente árido, donde el 98% de las muestras de agua tomadas en diferentes fuentes de agua (río, pozos, tanques, vertientes, etc.) necesitan algún tipo de tratamiento para que sean aptas para su uso (humano, animal o riego). Si bien existe contaminación natural en este entorno, los elementos que se encuentran en mayores concentraciones y que suponen un riesgo para la salud humana y del entorno, son derivados de la actividad minera presente en la zona.

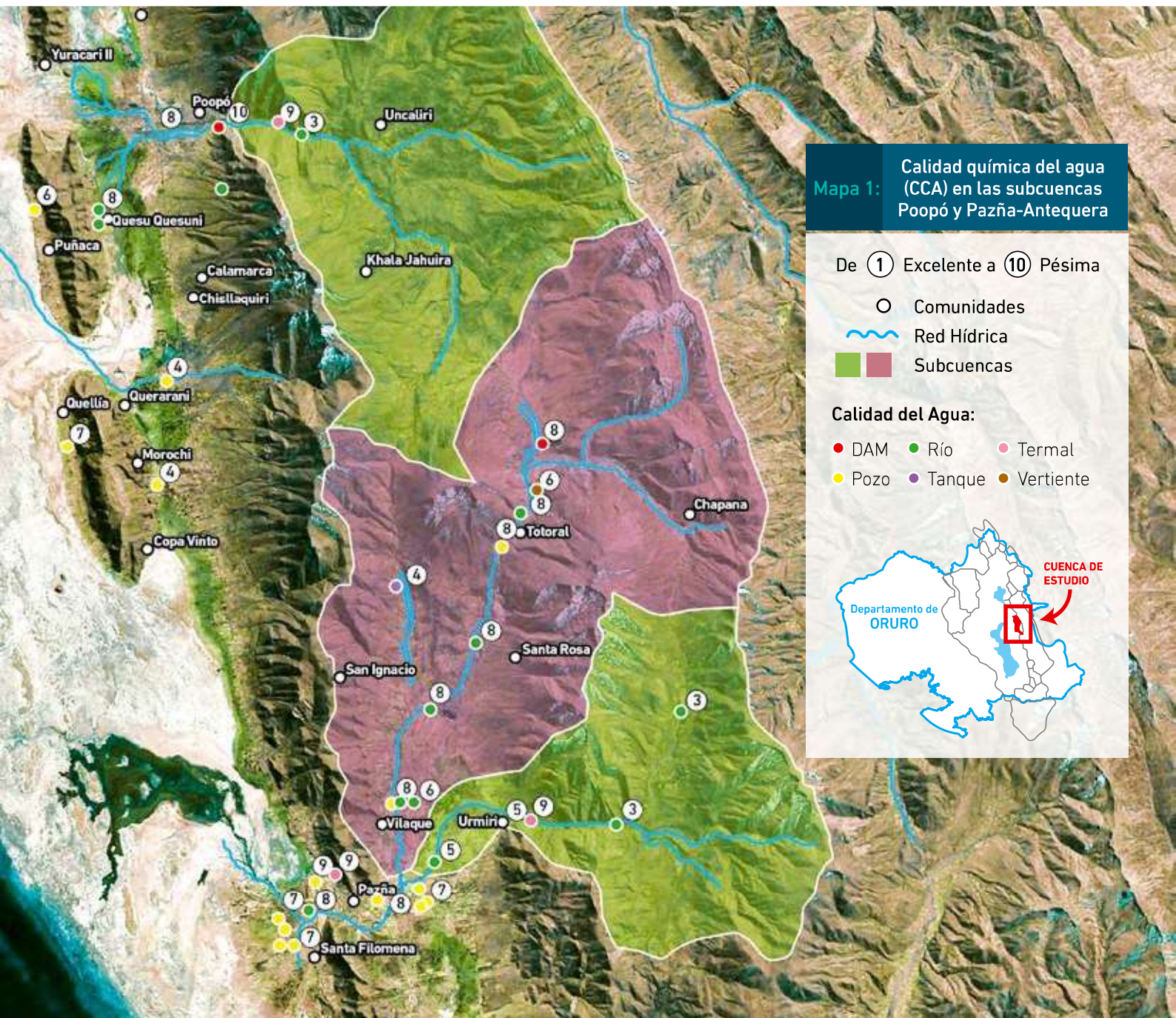
A partir de las tablas 1 y 2 se puede ver que existe una relación entre los usos y el índice de calidad del agua (CCA). La mayoría de los sitios con mejor calidad de agua ( $CCA < 5$ ) son utilizados para consumo humano, a pesar de existir en algunos casos elementos de riesgo para la salud. Estos sitios se encuentran en la parte alta de la sub-cuenca del río Poopó y en el río Urmiri, donde no hay influencia de actividad minera; y en pozos donde al parecer el agua subterránea no ha



Los valores muy altos de contaminación relacionados a la actividad minera (por ejemplo, Zn, Al, Mn, Fe,  $SO_4$ , y Cd), hace que muchas aguas no sean aptas para ningún uso sin un tratamiento significativo y representan un problema para la salud y el medio ambiente.







sido afectada por la contaminación minera o contaminación natural.

Un problema importante representa el uso para consumo humano de varios de los pozos que se encuentran en Pazña (CCA=7), pues al no contarse con otra fuente de agua (en la fecha del estudio), la población utiliza agua contaminada para su consumo, lo cual representa un inminente riesgo para su salud.

Por último, la calidad del agua de la mayoría de los ríos (excepto la parte alta del río Poopó y Urmiri) tiene un CCA>7. El agua de estos

ríos (Poopó después de las minas, Kesukesuni, Antequera y Pazña) afectada por la actividad minera, es utilizada, en su mayoría, para dar agua al ganado y regar cultivos. Este hecho representa un problema, pues el impacto de la contaminación minera no solo afecta al agua, sino también a los suelos, animales y cultivos. Gran parte de los suelos en la sub-cuenca del lago Poopó, además de estar deteriorados por la salinización, están contaminados con arsénico, cadmio, plomo y zinc a causa

de la oxidación de los desmontes mineros (Calizaya et al., 2008). En el estudio de Montoya et al. (2011) también se ha encontrado metales pesados en el ganado que vive cerca de la zona (arsénico, cadmio, plomo, estaño y zinc). Por otra parte se ha encontrado plomo y cadmio en los peces del Lago Poopó (Molina et al., 2012) y plomo en los cultivos de papa y haba por encima de los límites permisibles (Ramos, 2014).

En este contexto, se puede ver que a pesar de que la actividad minera



represente ingresos económicos al Estado, los mismos no se traducen en acciones de prevención, ni contención y mucho menos remediación de los efectos que causa esta actividad sobre el medio ambiente y las personas. Por ejemplo, los ingresos por regalías mineras, para el municipio Poopó, fueron de Bs 1.500.000 el año 2014 (el 11.1% del total de su presupuesto) y ese municipio sólo destinó el 1.15% de su presupuesto a la partida de mejoras en el desarrollo y preservación del medio ambiente. En ningún caso Bs 149.000 serán suficientes para lidiar con semejante problema ambiental (contaminación del agua, de suelos, enfermedades en el ganado, etc.) que vive actualmente el municipio.

El gobierno de Evo Morales se caracterizó, desde sus inicios, por un discurso radical en defensa del medio ambiente y la Madre Tierra.

Se promulgó la Ley de Derechos de la Madre Tierra (Ley 071 del 21 Diciembre de 2010), bajo la cual cualquier actividad llevada a cabo en el país debería ser armónica con el entorno y buscar el bienestar de toda la sociedad, incluyendo las diferentes formas de vivir de las diversas culturas que coexisten en un lugar específico, respetando siempre la no mercantilización de los sistemas de vida.

Sin embargo, en la práctica, como se vio anteriormente (además de varios otros ejemplos), la defensa de la Pachamama es más un discurso que una realidad. Tanto el Plan de Desarrollo Económico y Social (2016-2020), como la Agenda Patriótica 2025 tienen como meta la consolidación de los sectores extractivos (hidrocarburos y minería) que tienen fuertes impactos negativos sobre el medio ambiente y social.

Si en los próximos nueve años no se invierte seriamente en tecnologías que permitan la prevención, mitigación y la remediación de los efectos causados por estas actividades, además de que las instancias públicas tomen en serio su rol de fiscalización y asuman la responsabilidad de hacer cumplir los derechos fundamentales (como es el derecho al agua, por ejemplo) y de la Madre Tierra, los territorios y los medios de vida de las poblaciones donde se desarrollan actividades hidrocarburíferas y mineras están destinados a degradarse y la población empobrecida a migrar en busca de otras oportunidades.

**NATALIE ALEM ZABALAGA**  
es investigadora de Centro  
de Comunicación y Desarrollo  
Andino.

 **Natalie Alem Zabalaga**  
 **Natalie Alem Zabalaga**



#### LITERATURA CONSULTADA

- Alem, N., H. Cauthin, O. Sánchez. 2014. Vulnerabilidad frente al riesgo de contaminación hídrica y escasez del agua en las sub-cuencas Poopó y Pazña-Antequera. Informe de investigación. CENDA.
- Bolivia. 1995. Reglamento General de Gestión Ambiental, 8 de diciembre de 1995.
- Calizaya, A., Bengtsson, L., & Berndtsson, R. 2008. Spatial and temporal distribution of water resources in the Lake Poopo basin, Bolivia. *Open Hydrology Journal* accepted for publication.
- Calizaya, A. 2009. Water resources management efforts for best water allocation in the Lake Poopo Basin, Bolivia. Doctoral thesis, Lund University, Lund, Sweden.
- Escobari J., V. Caro y A. Malky. 2004. Problemática Ambiental en Bolivia. Documento de Trabajo. UDAPE. La Paz, Bolivia.
- Estado Plurinacional de Bolivia. Plan de Desarrollo Económico y Social. En el Marco del Desarrollo Integral Para Vivir Bien 2016 – 2020.
- French, M. 2015. Informe resumido sobre el estado químico de las aguas en Sora Sora, Poopó, Antequera, Urmiri y Pazña 2013 - 2014 <http://www.cenda.org/publicaciones/documentos/item/293-informe-resumido-sobre-el-estado-quimico-de-las-aguas-en-sora-sora-poopo-antequera-urmiri-y-pazna-2013-2014>
- Fundación Jubileo. 2015. Revista Jubileo N° 30: El presupuesto en personal municipal se duplicó en cuatro años. Consultado el 11 de julio de 2016 en: <http://www.jubileobolivia.org.bo/publicaciones/revista-jubileo/item/332-revista-jubileo-n-30-el-presupuesto-en-personal-municipal-se-duplico-en-cuatro-anos.html>
- Fundación Jubileo. 2016. Presupuesto 2016 ante la caída, una alerta para planificar el desarrollo y generar mayores ingresos. Análisis del presupuesto general del Estado 2016. Reporte de coyuntura No. 27.
- Howard, G. y J. Bartram. 2003. Domestic Water Quantity, Service, Level and Health. World Health Organization. Ginebra, Suiza.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego. Plan Nacional de Cuencas. 2010. Propuesta de Plan estratégico de Cuencas Mineras (CM) en el marco del PNC.
- Ministerio de Planificación y Desarrollo. Viceministerio inversión pública y financiamiento externo. Consultado el 12 de mayo de 2016 en:

[http://www.vipfe.gob.bo/index.php?opcion=com\\_contenido&ver=categoria\\_vista&id=607&id\\_item=758](http://www.vipfe.gob.bo/index.php?opcion=com_contenido&ver=categoria_vista&id=607&id_item=758)

Ministerio de Planificación y Desarrollo. 2015. Presupuesto de Inversión Pública – 2015. Distribución Sectorial. Consultado el 11 de julio de 2016 en: [www.vipfe.gob.bo](http://www.vipfe.gob.bo)

Molina, C. I., Ibañez, C., Gibon, F.M. 2012. Proceso de bio-magnificación de metales pesados en un lago hiperhalino (Poopó, Oruro, Bolivia): Posible riesgo en la salud de consumidores. *Ecología en Bolivia* 47 (2), 99 – 118.

Montoya, J.C., et al. 2011. Kimsa Jalsuru. Evaluación Ambiental de Pacopampa – Sora Sora (Sub-cuenca Huanuni – Oruro). LIDEMA, CEPA, UTO.

Ramos, O., et al. 2014. Total and available trace elements concentrations in soils and evaluation of uptake by crops in the mining area of the Bolivian Altiplano. Manuscript.

Rivera, Y. 2007. Tres Cuencas, las más contaminadas. La Prensa, La Paz. [www.biodiversityreporting.org](http://www.biodiversityreporting.org)

#### NOTAS

- [http://www.erbol.com.bo/noticia/economia/23112012/fan\\_bolivia\\_en\\_10\\_anos\\_de\\_deforestacion\\_se\\_arraso\\_con\\_1820000\\_has\\_de\\_bosques](http://www.erbol.com.bo/noticia/economia/23112012/fan_bolivia_en_10_anos_de_deforestacion_se_arraso_con_1820000_has_de_bosques)
- <http://www.paginasiete.bo/nacional/2015/7/30/desertificacion-afecta-millones-hectareas-tierra-64875.html>
- [http://www.la-razon.com/index.php?url=/ciudades/Bolivia-genera-millones-basura-recicla\\_0\\_1532846764.html](http://www.la-razon.com/index.php?url=/ciudades/Bolivia-genera-millones-basura-recicla_0_1532846764.html)
- Los gastos en Servicios Personales incluyen sueldos, personal eventual, dietas, aguinaldos y aportes para la previsión social.
- En la Asamblea de la ONU el año 2009 el presidente Evo Morales planteó que ‘... los derechos de la Madre Tierra son más importantes inclusive que los propios derechos humanos, porque si el planeta se extinguiera por el irrespeto y el cambio de políticas irracionales de industrialización, la humanidad dejaría de existir’.
- [http://www.radiopio12.com/noticia/Municipios\\_mineros\\_de\\_Bolivia\\_que\\_reportan\\_regalias\\_mineras.html](http://www.radiopio12.com/noticia/Municipios_mineros_de_Bolivia_que_reportan_regalias_mineras.html)
- Para ver el detalle del informe sobre la calidad del agua en la zona, revisar el informe de French (2015).