

Disponibilidad y calidad del agua en las subcuencas Poopó, Antequera y Urmiri del Altiplano boliviano

y

recomendaciones para la mejora de la gestión de los recursos hídricos

Marzo 2015

Megan French¹, Natalie Alem², Stephen Edwards³, Helga Cauthin², Efrain B. Coariti⁴, Karen Hudson-Edwards⁵, Karen Luyckx⁶, Israel Quino⁴, Jorge Quintanilla⁴, Oscar Sánchez² and Marcella Vallejos⁷

¹ *Institute for Risk and Disaster Reduction, University College London, Gower Street, London, WC1E 6BT, UK.*

² *Centro de Comunicación y Desarrollo Andino, Avenida Tadeo Haenke No. 2231, Cochabamba, Bolivia.*

³ *UCL Hazard Centre, Department of Earth Sciences, University College London, Gower Street, London, WC1E 6BT, UK, y Fundación Norte Sustentable (Chile), c/o UCL Hazard Centre, Department of Earth Sciences, University College London, Gower Street, London, WC1E 6BT, UK.*

⁴ *Instituto de Investigaciones Químicas, Universidad Mayor San Andrés, 303 La Paz, Bolivia.*

⁵ *Department of Earth and Planetary Sciences, Birkbeck, University of London, Malet Street, London, WC1E 7HX, UK.*

⁶ *Catholic Agency for Overseas Development, 55 Westminster Bridge Road, London, SE1 7JB, UK.*

⁷ *Catholic Agency for Overseas Development, Calle 13 de Obrajes No. 594, La Paz, Bolivia.*

La preocupación mundial por la disponibilidad y la calidad del agua se está intensificando, debido al aumento de las presiones sobre este recurso esencial asociadas al aumento de la población, la demanda de alimento y energía, la explotación insostenible de los recursos, la inadecuada disposición de los residuos, el desarrollo urbano y rural y el cambio en el medio ambiente local y mundial (incluido el cambio climático). En este contexto, el altiplano boliviano representa un lugar de potencial riesgo hídrico, ya que el sustento y bienestar de sus comunidades, así como del medio ambiente y los recursos de los que dependen, son susceptibles a las variaciones climáticas, la limitación de los recursos acuíferos superficiales, las incertidumbres suscitadas acerca de las reservas de agua subterránea, el retroceso de los glaciares y la elevada variabilidad de la calidad del agua.

El altiplano boliviano es una meseta elevada de tierras semiáridas situada entre las cordilleras occidental y oriental de los Andes. Cerca del 40% de los bolivianos y bolivianas (tres millones y medio de personas) viven en el altiplano, donde las condiciones socioeconómicas y medioambientales son muy duras. Estas, además, se ven exacerbadas por problemas relacionados con la calidad y la cantidad del agua, debido a la inexistencia de acceso al agua potable, la falta de saneamiento básico, la dependencia de las economías locales (como la agricultura, la ganadería y la pesca) del agua, las políticas complejas, los asuntos de carácter legislativo en materia hídrica y la incertidumbre que se cierne sobre el cambio climático.

El altiplano se ha visto enormemente afectado por diversas actividades humanas. En gran medida, estas implican la extracción de depósitos minerales que contienen metales, que se lleva a cabo desde la época colonial española. La minería ha tenido un gran impacto en el medio ambiente y en la población del altiplano, lo cual resulta muy evidente en la cuenca del lago Poopó, en el departamento de Oruro. En un intento por mejorar las estrategias de gestión de los recursos hídricos —intensamente presionados— de la cuenca mediante una mayor comprensión tanto de la actual vulnerabilidad humana como del acceso y la calidad del agua, se han llevado a cabo dos piezas completas de investigación en las sub-cuencas Poopó, Antequera y Urmiri, y en la zona inundable de Poopó-Pazña.

- (1) Se realizó una evaluación socio-ambiental mediante 165 encuestas en hogares de 52 comunidades entre octubre y diciembre de 2013 (el total de población encuestada fue de 8.694 habitantes). El informe completo de este estudio titula *Vulnerabilidad frente al Riesgo de Contaminación Hídrica y Escasez del Agua en las Sub-cuencas Poopó y Pazña-Antequera*, y está disponible en:

<http://cenda.org/secciones/agua-y-mineria/item/260-vulnerabilidad-hidrica-en-las-subcuencas-poopo-y-pazna-antequera>

- (2) Entre agosto de 2013 y julio de 2014, se llevó a cabo un estudio sobre la calidad del agua en 44 sitios. Se realizaron mediciones *in situ* del nivel de pH, la alcalinidad, el oxígeno disuelto, la conductividad eléctrica y la temperatura. Se recogieron muestras de cada sitio y se analizó en el Laboratorio Wolfson de Geoquímica Medio Ambiental del University College de Londres y Birkbeck (Universidad de Londres), la presencia de cuatro aniones (cloruro, fluoruro, nitrato y sulfato) y 22 cationes (aluminio, antimonio, arsénico, bario, boro, cadmio, calcio, cromo, cobalto, cobre, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, molibdeno, níquel, potasio, silicio, sodio, estaño y zinc). El informe completo del estudio ‘*The water chemistry and chemical status of sites in Sora Sora, Poopó, Antequera, Urmiri and Pazña, 2013 – 2014*’ y un resumen del informe en español ‘*Informe resumido sobre el estado químico de las aguas en Sora Sora, Poopó, Antequera, Urmiri y Pazña 2013–2014*’ están disponible en:

https://www.ucl.ac.uk/hazardcentre/research/Water_resources_folder/Publications

El resumen del informe en español también está disponible:

<http://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>

Los resultados de las 165 encuestas a los hogares sirvieron para proporcionar un entendimiento de las características socio-económicas de la población que reside en las dos subcuencas. A continuación se resumen las principales conclusiones.

- *Sustento.* En la subcuenca Poopó la mayoría de mujeres encuestadas se dedican a la actividad agropecuaria (36%) o a la actividad agrícola (23%), y la mayoría de los hombres a las actividades agropecuarias (29%) y a la minería (24%). En la subcuenca Pazña-Antequera-Urmiri, las mujeres encuestadas son principalmente amas de casa (42%) o comerciantes (17%), mientras que los hombres trabajan en los sectores de construcción, maquinaria, transporte (39%), agricultura (22%) y minería (24%). El gasto principal de estas familias es la alimentación y, en un lejano segundo lugar, la educación.
- *Migración y doble domicilio.* En el 64% de los hogares encuestados existen familiares de primer grado (padre, madre, hijo o hija, yerno o nuera) que han migrado a otros lugares. Además, el 20% de los encuestados afirmaron poseer un doble domicilio, ya que viven entre sus comunidades y Oruro, Poopó, Pazña u otras localidades.
- *Educación.* Cerca del 80% de la población encuestada poseía algún nivel de educación, principalmente el nivel básico, y la mayoría de los encuestados sin educación eran mayores de 60 años. Los hombres superaban a las mujeres en los niveles educativos de enseñanza secundaria e intermedia, pero más mujeres poseían un grado profesional. Se destacó que pocas personas había recibido formación en materia del agua.
- *Organización social.* La mayoría de las comunidades tiene algún tipo de organización social, pero no son autónomas en los procesos de toma de decisiones en lo que respecta al agua. Esto quedó ejemplificado en la aprobación de la Ley de Minería y Metalúrgica N°535 de mayo de 2014, a pesar del rechazo de las comunidades.

En las 165 encuestas se investigó el acceso y el uso del agua. En las dos subcuencas, el 99% de la población tiene acceso al agua para consumo. Para el 44% de la población, el suministro se realiza mediante la red pública. Un 27% tiene acceso al agua a través de pozos poco profundos, y el nueve por ciento tiene acceso a la red pública, pero también utiliza el agua de los pozos, especialmente durante la estación seca. Aproximadamente el siete por ciento de la población se abastece de agua mediante una combinación de suministros, tales como ríos, pozos y/o manantiales. Además, algunas poblaciones obtienen el agua de fuentes públicas provisionales, principalmente en la subcuenca Pazña-Antequera-Urmiri.

A pesar de que más de la mitad de la población tiene acceso a la red pública de agua, en general nadie tiene acceso óptimo al agua suficiente para satisfacer sus necesidades básicas. De la encuesta se desprende que el uso promedio del agua (para consumo, necesidades básicas personales y de higiene de los alimentos) en el área de estudio es de 11 litros/persona/día —aproximadamente la mitad de la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Dentro de este promedio de uso, se determinó que el 41% de la población encuestada no tiene acceso al agua para satisfacer dichas necesidades (es decir, vive con menos de cinco litros/persona/día de agua, de tal manera que no pueden asegurar su consumo y no es posible la higiene, a menos que se practique en el lugar de suministro), lo que significa que su exposición a los riesgos potenciales para la salud puede ser muy alta. De la población restante, el 49% tiene acceso básico (es decir, que utilizan en promedio 20 litros/persona/día de agua; en este caso el consumo de agua debería estar garantizado; la higiene, el lavado de manos y la higiene básica de los alimentos serían posibles; sin embargo, el lavado de ropa y aseo personal sería difícil, a no ser que se realizara en el lugar de suministro) y, por lo tanto, está también expuesta a los riesgos potenciales para la salud asociados con la insuficiencia de agua. Solo el 10% de la población encuestada tiene acceso intermedio (es decir, un promedio de alrededor de 50 litros/persona/día de agua, lo cual asegura el consumo, la higiene personal y alimentaria básica y el lavado de ropa y aseo personal).

No solo el acceso al agua representa un riesgo potencial para la salud, sino también la calidad del agua disponible. Los encuestados admitieron que su salud y la de sus animales se habían visto afectadas negativamente por la calidad del agua o del suelo que había sido regado o inundado con esa agua. Esta percepción parecía ser más pronunciada en la parte baja de la cuenca, que aguas arriba; ya que en la parte baja de la cuenca, los impactos de la minería pueden ser más obvios. En cuanto a la percepción de enfermedades por parte de personas, se hizo referencia a las enfermedades gástricas, dermatológicas y neurológicas, y el 61% de los encuestados declaró que creían que su ganado había enfermado o muerto como consecuencia del consumo de agua de ríos contaminados.

Se logró realizar una estimación global del grado de vulnerabilidad a la contaminación y escasez hídrica a través de las encuestas en 24 de las 52 comunidades consideradas, ya que ofrecían los datos más completos para permitir una evaluación de este tipo. Los resultados revelaron que la mayoría de las comunidades tienen un restringido acceso a los servicios básicos y solo disponen de agua para satisfacer necesidades básicas de consumo, que en muchos casos no asegura un nivel adecuado para garantizar su salud. El nivel de educación también es básico y muy pocas personas han recibido formación en materia de agua. Además, el nivel de ingresos es muy bajo y la salud humana y animal puede estar en riesgo debido a la falta de agua y/o la mala calidad del agua. En conclusión, casi todas las comunidades evaluadas (22) fueron clasificadas como altamente vulnerables a la contaminación y escasez hídrica. Una comunidad presentó una vulnerabilidad algo mayor y otra, ligeramente inferior (Fig. 1). Es evidente que estos resultados demuestran la necesidad urgente de mejorar la calidad de vida y el acceso al agua potable en estas dos sub-cuenclas.

El reto, sin embargo, no consiste simplemente en mejorar el acceso al agua, sino también en asegurar que el agua disponible sea lo suficientemente segura para los diversos usuarios finales y los fines previstos, tales como el consumo humano o animal y el riego para la agricultura. En un intento por comprender los tipos y la distribución de la calidad del agua en el área de estudio, se llevó a cabo un estudio en 44 puntos de muestreo. La calidad del agua se clasificó utilizando un índice de Calificación de Calidad del Agua (CCA) del 1 a 10 (Fig. 1) que se determinó a partir de ciertas características físicas y químicas del agua. Cuanto mayor es la puntuación, menor es la calidad del agua.

El agua de mejor calidad, con un CCA 2, procedía del agua canalizada del grifo de la escuela de Puñaca; un agua químicamente aceptable para el consumo humano según los elementos evaluados. Solo en este lugar se encontró tan buena calidad de agua. Otros nueve puntos de suministro de agua fueron evaluados con una puntuación CCA 3 o 4 y, por lo tanto, con una

calidad del agua relativamente buena, aunque se deben tomar precauciones con respecto a uno o dos elementos de importancia para la salud (por ejemplo, el flúor o el antimonio), que si bien no se presentan en concentraciones excesivas, superan los criterios de la clase boliviana “A” para las aguas receptoras. Las aguas con una puntuación CCA 3 procedían de dos puntos en la sección aguas arriba del río Urmiri, un punto en la sección aguas arriba del río Poopó y un depósito de almacenamiento adyacente, y un canal de riego en Kuchu-Avicaya. El agua valorada como CCA 4 provenía de pozos en las comunidades de Tolapampa, Callipampa y Morochi, y otro cerca de Vilaque. En todos estos lugares, el agua se destina al ganado y/o el riego, y en al menos un tercio de ellos se entiende que también al consumo humano.

Las aguas clasificadas como CCA 5 procedían de tres sitios: un pozo en Puñaca (para el ganado y el riego), un manantial encima del pueblo de Urmiri (para el consumo humano) y aguas abajo del río Urmiri (para el ganado). Además de los problemas mencionados para el agua CCA 4, la reducida calidad de los puntos cuya agua se clasificó con un CCA 5 se debe a una mayor conductividad eléctrica, ligeramente superior a la recomendada para el agua potable destinada al consumo humano.

Cuando el CCA sobrepasa la puntuación de 5, comienzan a aparecer preocupaciones notables respecto a la calidad del agua, debido a la elevada conductividad eléctrica y a frecuencias o magnitudes más altas de los elementos químicos, que superan los criterios bolivianos de la clase “A”. 31 de los 44 puntos en los que se tomaron muestras de aguas obtuvieron una puntuación CCA del 6 al 10, lo que indica que no son aptas para el consumo humano sin tratamiento. Esto incluyó casi el 70% de las aguas subterráneas y superficiales donde se tomaron muestras, así como todas las aguas termales, según se detalla a continuación.

En cuatro sitios se encontró agua con una clasificación CCA de 6: una granja al sureste de Pazña, un manantial cerca de Totoral, una sección del río Kesukesuni (afluente aguas abajo del río Poopó) y en una sección del río Laca Laca (afluente del río Antequera). En todos estos lugares, el agua se utilizaba para abrevar el ganado, para fines domésticos y, en algunos casos, para contribuir al agua utilizada para el consumo humano. Además de exceder los criterios bolivianos de la clase “A” para elementos de importancia para la salud (fluoruro, antimonio, y en algunos casos, arsénico y cadmio) que pueden ser de origen natural, la preocupación se acrecienta debido a las elevadas concentraciones de elementos (por ejemplo, zinc, hierro y manganeso) posiblemente asociados con la migración o infiltración de aguas procedentes de minas.

El agua de diez sitios fue clasificada como CCA 7, y estos proceden de siete pozos ubicados en los alrededores de Pazña y Santa Filomena, un pozo en Quellía, un canal de riego en Urmiri y una muestra tomada desde el puente donde el río Poopó desemboca en el lago Poopó. En todos ellos, el agua se destina al riego y/o al ganado y, en alrededor de la mitad, también al consumo humano. Para que fueran aceptables para el consumo humano, estas aguas necesitarían tratamiento para reducir su contenido de sal y eliminar el litio, boro, fluoruro, antimonio y, en algunos casos, arsénico, manganeso y nitrato. Los entornos en estos lugares sugieren que el alto contenido de sal y las concentraciones elevadas de muchos elementos pueden ser de origen natural, lo cual es importante y se tuvo en cuenta posteriormente para las muestras clasificadas como CCA 9.

En once sitios, las aguas extraídas recibieron la clasificación de CCA 8. Dichas aguas parecían haber sido afectadas por la minería, como lo demuestran las nueve muestras tomadas de los ríos Poopó, Antequera y Pazña. Estas aguas contienen altas concentraciones de sulfato y concentraciones muy altas de numerosos elementos (por ejemplo, zinc, aluminio, cadmio, hierro, manganeso, níquel, cobre, cobalto, boro, litio y antimonio), y algunas veces muestran una muy elevada conductividad eléctrica. Se entiende que estas aguas de los ríos no son empleadas para el consumo humano —aunque pueden ser utilizadas para fines domésticos—, pero sí se utilizan a menudo para abrevar el ganado y, por lo tanto, el impacto en la cadena alimentaria puede ser preocupante. Los ríos pueden arrastrar la contaminación aguas abajo a distancias significativas, y existe además la preocupación de que la percolación en el suelo

afecte a las aguas subterráneas, como evidencia la muestra de agua de un pozo cerca de Pazña con alto contenido en manganeso. La influencia de las minas se hizo evidente en las aguas extraídas de dos puntos de drenaje ácido de mina en Poopó, que se clasificaron como CCA 10. Estas aguas no son aptas para ningún uso debido a su acidez, alta conductividad eléctrica y niveles muy elevados de numerosos elementos.

En los tres lugares donde se recogieron muestras de aguas termales, cerca de Poopó, Urmiri y Pazña, así como en un pozo en Pazña, las aguas fueron clasificadas como CCA 9. Todas ellas exhibieron rasgos químicos similares: conductividad eléctrica muy alta y altos niveles de boro, litio, fluoruro y antimonio, y, a veces, de hierro. Al igual que con los sitios con aguas valoradas como CCA 7, la química de estas muestras CCA 9 —ciertamente, las aguas termales— puede ser de origen natural. Por lo tanto, muchas aguas de la región, incluyendo las aguas superficiales, pueden exhibir una química con un importante componente natural.

En particular, las aguas termales sugieren que el fluoruro y el antimonio, elementos de riesgo para la salud, pueden proceder en gran parte de fuentes naturales. En consecuencia, al examinar la calidad del agua y su mejora, el enfoque no debe restringirse a las aguas aparentemente afectadas solo por las actividades humanas, especialmente la minería.

El estudio sobre la calidad del agua demuestra que existen aguas con una calidad química de regular a buena (CCA inferior a 5) en las subcuencas Poopó y Pazña-Antequera-Urmiri, sobre todo en las cabeceras de los ríos, como es el caso de los ríos Poopó y Urmiri, y en algunos pozos de aguas subterráneas. Estas aguas todavía pueden requerir tratamiento en función de su uso. Los niveles de contaminación natural y minera en muchas otras aguas de la región (CCA 6 y superior) fueron tan graves que la subsanación efectiva, como la desalinización y la remediación de los desechos de los yacimientos y del agua, resultaría un proceso muy difícil y costoso, a menos que se realice una inversión considerable para resolver el problema. En consecuencia, existe una necesidad de priorización más realista y, por lo tanto, a continuación se describen dos bloques de recomendaciones.

Recomendaciones específicas relativas a la calidad y cantidad del agua

- Realizar prospecciones para localizar más fuentes de agua de buena calidad (CCA 4 o inferior), en especial las aguas clasificadas con un CCA 2 o inferior, que son aptas para el consumo humano sin necesidad de ningún otro tratamiento aparte de la cloración básica.
- Las fuentes que suministran agua con un CCA 3 y 4 deben emplearse con precaución para el consumo humano, preferiblemente con tratamiento de punto de uso del fluoruro y otros elementos que representan un riesgo para la salud y que superan los criterios bolivianos "A".
- Es necesario analizar la contaminación bacteriana de las fuentes de agua de buena calidad química (CCA 4 o inferior) destinadas al consumo humano.
- No se deben utilizar aguas para consumo humano cuyo CCA sea superior a 4, a menos que sean tratadas para eliminar aquellos elementos que representen un riesgo para la salud y el contenido elevado en sal (calidad bacteriana permitida) y, en algunos casos, se deberían utilizar con precaución si se destinan al riego.
- Aguas con un CCA por encima de 7 deberían ser prohibidas para el uso del ganado y el riego.
- Se deben llevar a cabo investigaciones cuantitativas para la extracción responsable de agua en las áreas de mejor calidad (es decir, un CCA inferior a 5).

Recomendaciones para colectivos específicos

El Gobierno de Oruro (autoridad regional) deberá:

- ejecutar acciones destinadas a prevenir la contaminación de cuerpos de agua, del modo que exige la ley;
- identificar, controlar y gestionar las principales fuentes de contaminación, tales como las descargas de aguas residuales, los rellenos sanitarios activos e inactivos, las escorias y

desmontes mineros, los escurrimientos de áreas agrícolas y las áreas geográficas de intensa erosión de los suelos y las de inundación masiva, del modo que exige la ley;

- levantar y mantener un inventario de los recursos hídricos referidos a la cantidad y la cantidad de todos los cuerpos de agua a nivel departamental, a fin de determinar sus estados natural y actual, del modo que exige la ley;
- llevar a cabo evaluaciones de riesgos exhaustivas en materia de recursos hídricos y poner en práctica estrategias de gestión adecuadas que, en el mejor de los casos, sirvan para empoderar a las comunidades;
- certificar fuentes de agua química y bacteriológicamente salubre, de acuerdo con su uso previsto y supervisar periódicamente dichas fuentes para mantener la certificación;
- asegurarse de que las fuentes de agua y las infraestructuras de almacenamiento y suministro de agua se mantengan adecuadamente y en buen estado de limpieza, con una inversión destinada asimismo a mejorar las infraestructuras básicas de abastecimiento de agua (por ejemplo, los pozos con revestimiento, el almacenamiento de depósitos y tuberías, etc.);
- expandir los sistemas de captación y conservación de agua, tales como los sistemas de captación de aguas de lluvia y métodos de riego eficientes, para producir una captación de agua más integrada y eficiente, así como una mejor distribución y uso de las infraestructuras;
- evaluar y gestionar la contaminación del suelo, los cultivos, el ganado y los peces.

El Municipio (autoridad local) deberá:

- supervisar y controlar los vertidos de desechos humanos e industriales, del modo que exige la ley;
- identificar y gestionar las fuentes de contaminación, del modo que exige la ley;
- realizar controles químicos y bacterianos periódicos de las fuentes de agua potable;
- construir y gestionar estaciones depuradoras y plantas depuradoras de aguas residuales para el suministro de agua potable y de otras aguas.

Las comunidades deberán:

- tener acceso a fuentes seguras de agua para diversos usos;
- estar informadas y capacitadas para realizar la supervisión, evaluación e interpretación de la calidad del agua;
- junto con todos los actores interesados, formar comités de gestión de cuencas hidrográficas que supervisen las actividades en una cuenca con el fin de mejorar la calidad del agua, las políticas hídricas, la calidad de vida de la población en general, la ecología y el medio ambiente.

Las cooperativas mineras y las empresas deberán:

- construir infraestructuras para contener y tratar adecuadamente y con seguridad los desechos de mina, tanto sólidos como líquidos;
- controlar sus vertidos en cuerpos de agua y poner la información a disposición del público;
- respetar y cumplir los criterios de calidad del agua de Bolivia en cuanto a los vertidos en aguas receptoras, del modo que exige la ley.

Figura 1. Mapa de vulnerabilidad de las comunidades, fuentes de agua y calidad del agua en las sub-cuencas Poopó, Antequera y Urmiri, y en la zona inundable de Poopó-Pazña del Altiplano boliviano.