



Quinto  
Congreso Nacional  
de Riego y Drenaje  
**COMEII-AURPAES 2019**

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



AURPAES, S.C.

**Artículo: COMEII-19010**

*Mazatlán, Sin., del 18 al 20*

*de septiembre de 2019*

## **APOYO INTERNACIONAL EN LA GESTIÓN PARA FORTALECER CAPACIDADES TÉCNICAS PARA REDUCIR RIESGOS DEL REÚSO DE AGUAS**

**Olga Xóchitl Cisneros Estrada<sup>1\*</sup>; Luis Marka Saravia<sup>2</sup>; Humberto Gandarillas Antezana<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac No. 8532, Col. Progreso, C.P. 62550, Jiutepec, Morelos, México.

xochitl@tlaloc.imta-mx – 777 3 29 36 00 ext. 101 (\*Autor de correspondencia)

<sup>2</sup>Director General de Cuencas y Recursos Hídricos del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego – Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Bolivia.

<sup>3</sup>Consultor. Cooperación Alemana GIZ.

### **Resumen**

En 2011 inició el proyecto de Cooperación Triangular entre México, Bolivia y Alemania (COTRIMEX). Cuyos resultados de las fases I y II, permitieron continuidad a los trabajos conjuntos, incidiendo en el tratamiento del agua residual, la gestión del reúso para riego agrícola, su adaptación al cambio climático y recientemente a través de fase III, buscando generar un modelo de saneamiento del Río Rocha, que recupere la calidad del agua, revitalice su cauce y su entorno, ya que éste cruza la ciudad de Cochabamba, donde se presentan casos de enfermedades diarreicas agudas de Bolivia (EDA). En este contexto el Gobierno Mexicano a través de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional (AMEXCID), establecieron objetivos para apoyar a Bolivia, participando la CONAGUA y el IMTA en asesoría y capacitación, realizándose 2 diplomados, uno con la Universidad de San Andrés y otro con la Universidad de San Simón, con clases en línea y presenciales, capacitando a técnicos de nivel central y subnacional, además el buen entendimiento intersectorial del Ministerio de Agua y Medio Ambiente de Bolivia (MMAyA) y las agencias cooperantes, permitieron generar la “Guía Técnica para el reúso de aguas residuales en la agricultura, misma que fue publicada y aprobada en 2018. Documento que puede ser usado para dar capacitación a productores, pero también para capacitar a otros técnicos. El apoyo otorgado por México permite que Bolivia avance con pasos firmes en la gestión sobre el tratamiento y aprovechamiento de sus aguas residuales así como en el saneamiento de sus ríos.

**Palabras claves:** cooperación, internacional, saneamiento y reúso.



## Introducción

A nivel Mundial factores como el acelerado crecimiento demográfico, la contaminación de los cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneos y los cambios en los patrones climáticos, han generado que los Gobiernos en conjunto con la sociedad busquen el aprovechamiento de todos los recursos hídricos disponibles, para producir alimentos y materia prima para la industria, además de realizar acciones para el saneamiento de sus ríos, en pro de la salud y el mejoramiento ambiental.

Bolivia con más de 10 millones de habitantes: una cobertura de Agua Potable del 78.5% y una cobertura de saneamiento del 52.14% (MMAyA-VAPSB, 2015). Debido a un crecimiento demográfico acelerado en las principales ciudades, requirió entre otras acciones, comenzar a mejorar el tratamiento de las aguas residuales y aprovecharlas mediante su reúso en riego agrícola, así como ejecutar acciones de saneamiento en el Río Rocha (una de las cuencas con problemas de contaminación y disponibilidad de agua), como primer sitio piloto, de lo que seguramente continuará en el futuro en otros ríos y sin duda permitirá reducir los riesgos de salud pública, en relación con enfermedades relacionadas a la calidad del agua.

## Objetivos

Presentar los resultados del apoyo brindado por México a Bolivia, a través de la Cooperación Internacional, en relación con la gestión para fortalecer capacidades técnicas para reducir riesgos del reúso de aguas residuales.

## Resultados y Discusión

Con el fin de fortalecer capacidades institucionales y técnicas, para promover el reúso de aguas residuales tratadas para uso agrícola, así como el establecimiento de medidas de adaptación al cambio climático en el sector hídrico, en 2011 inició un proyecto de Cooperación Triangular entre México, Bolivia y Alemania (COTRIMEX). Cuyos resultados han permitido continuar a través de dos fases COTRIMEX I y II, para dar continuidad a los trabajos conjuntos, buscando incidir en el tratamiento del agua residual, la gestión del reúso para riego agrícola como medida de adaptación al cambio climático y recientemente a través de la COTRIMEX III, buscando generar un modelo de saneamiento del Río Rocha que recupere la calidad del agua, revitalice su cauce y su entorno, ya que este río cruza la ciudad de Cochabamba, una de las principales ciudades de Bolivia donde existe riesgo asociado a la salud por la contaminación del curso principal de agua, el río Rocha.

En Bolivia el agua residual generada en las ciudades se reusa (cruda o tratada) para el riego agrícola. La superficie con riego es de 303,201 hectáreas de las cuales los registros oficiales indican que un 2.3% es regada con aguas residuales (véase cuadro 1).

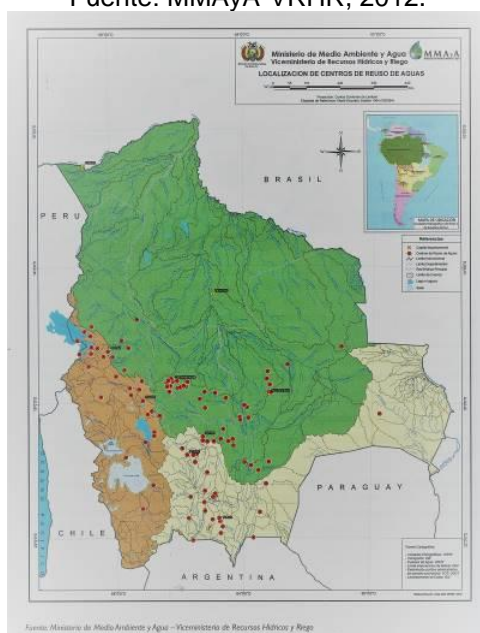
De los datos oficiales el 77.9% de la superficie regada con aguas residuales se concentra en áreas periféricas de las ciudades de la Paz y Cochabamba, donde el principal sistema

de riego utilizado es superficial por gravedad (surcos o melgas). Existiendo 105 sitios que reúsan aguas residuales, los cuales se concentran principalmente en la región suroeste de Bolivia (véase Figura 1).

**Cuadro 1.** Superficie con reúso de aguas residuales en Bolivia.

Departamento	Superficie con reúso (ha)
Chuquisaca	364
Cochabamba	2,589
La Paz	2,875
Oruro	204
Potosí	191
Santa Cruz	510
Tarija	279
Total	7,012

Fuente: MMAyA-VRHR, 2012.



**Figura 1.** Sitios identificados con reúso de agua residual para la agricultura, según las tres macro cuencas en Bolivia.

Se determinó que los principales cultivos sembrados en las áreas con reúso son: cebolla, zanahoria, lechuga, tomate, papa, zapallo (calabaza), haba, alfalfa, maíz forrajero, pasto Lolium (Rye grass) y betarraga (betabel).

En el Valle de Cochabamba, la cuenca del Río Rocha es el principal receptor de aguas residuales de la ciudad y de este río se toma para el riego agrícola (IDR-PS/HEP/CEPIS 2000-2002).

El reúso de las aguas residuales de riego en Bolivia aún carece de un marco regulatorio, ya que actualmente no se tiene una norma de reúso, reglamentos o guías técnicas de diseño de Plantas de Tratamiento (PTAR), con fines de reúso que contribuyan a disminuir los riesgos de salud implícitos que conlleva la reutilización de éstas aguas (MMAyA, 2013). En éste marco es que a partir del año 2011 se inició el proyecto de Cooperación triangular “Apoyo en la Mejora del Reúso y Tratamiento de Aguas Residuales y Protección de Cuerpos de Agua con enfoque de Adaptación al Cambio Climático” entre México, Bolivia y Alemania. Los buenos resultados de esta cooperación entre países permitieron que en marzo de 2014 se aprobara un nuevo proyecto denominado “Reúso de Aguas Residuales Tratadas para Riego Agrícola”, con un horizonte de ejecución hasta enero de 2016, buscando mejorar las condiciones marco para el reúso de aguas tratadas para riego agrícola. En este sentido el Gobierno Mexicano a través de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional (AMEXCID) establecieron nuevas acciones conjuntas para apoyar a Bolivia, participando la CONAGUA y el IMTA, donde éste último colaboró en las áreas de Riego y Drenaje y de Tratamiento y Calidad del Agua. Dado que en Bolivia no existe normatividad específica que regule el reúso de las aguas residuales en la agricultura, pero si leyes sectoriales y de medio ambiente que promueven el aprovechamiento de estas aguas, se consideró establecer como una prioridad generar un marco regulatorio para lo cual se definieron 3 líneas de acción:

- Línea de Acción 1: Marco normativo y regulador para el tratamiento de aguas residuales con reúso para riego.
- Línea de Acción 2: Formación y capacitación en tratamiento de aguas residuales con reúso para riego.
- Línea de Acción 3: Proyectos piloto de tratamiento de aguas residuales con reúso para riego.

De las 3 líneas de acción la CONAGUA y el IMTA tuvieron influencia directa en la Línea 2, mediante asesoría y capacitación, donde ésta última se realizó por medio de un Diplomado, llevado a cabo en coordinación con la Universidad Mayor de San Andrés. Una parte importante que se tocó durante el desarrollo del diplomado (En Tecnologías de Tratamiento naturales de aguas residuales domésticas, destinadas al reúso-apoyo COTRIMEX), fue la “Recuperación y reutilización de efluentes, con el desarrollo de los temas: reúso del agua tratada y disminución de riesgos del reúso, mismos que incluyeron prácticas de campo (véase Figura 2).



**Figura 2.** Grupo de Técnicos Bolivianos que participaron en el 1er diplomado y prácticas de campo.



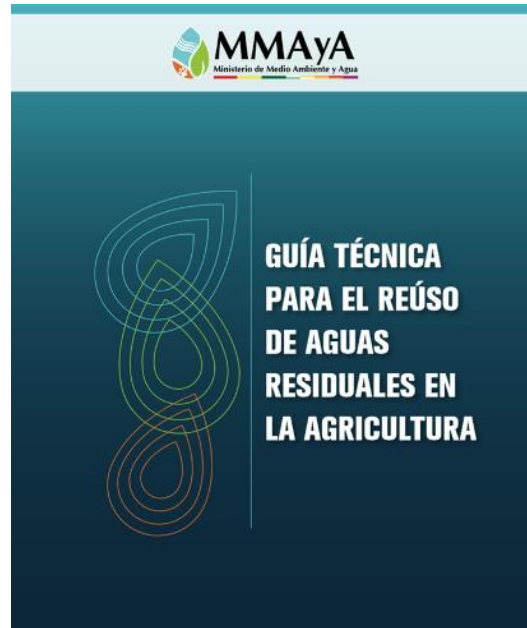
Las prácticas de campo se realizaron en la “Huerta Mayú” perteneciente al Municipio de Sacaba, lugar representativo de Cochabamba, Bolivia, donde se realiza el reúso de las aguas residuales para el riego agrícola, cuya fuente entre otras es el Río Rocha, contaminado por las descargas de aguas residuales de varios sitios de Sacaba (Cabecera de la cuenca).

Durante la visita técnica a Huerta Mayu se pudo conocer que existe una organización social para el riego, que consta de una agrupación de familias campesinas entre quienes se establecen: acuerdos colectivos para la operación; el mantenimiento del sistema de riego con aguas residuales; donde sólo existen de “Hecho” los “Derechos de agua”, es decir el reconocimiento por parte de los usuarios hacia cada uno de los integrantes respecto al tiempo o cantidad de agua que utiliza, es lo que establece el reparto del agua residual cuyo aprovechamiento se realiza con plena conciencia del aporte nutricional que el agua residual trae para el desarrollo de la planta, pero sin conciencia sobre los riesgos para la salud. Además sin poseer conocimientos sobre prácticas de manejo del suelo, agua y cultivo, que disminuyan sus riesgos.

El patrón de cultivos en huerta Mayu, corresponde principalmente a hortalizas como Lechuga (*Lactuca sativa*), cebolla (*Allium cepa*) y betarraga (betabel) (*Beta vulgaris*), cuyo consumo directo en crudo por los consumidores incrementa los riesgos de salud.

Ante la problemática observada en Huerta Mayu, sitio representativo del reúso de aguas residuales en Bolivia y como resultado del análisis, se logró un buen entendimiento intersectorial del Ministerio de Agua y Medio Ambiente de Bolivia (MMAyA) y entre las agencias internacionales cooperantes, para generar la “Guía Técnica para el reúso de aguas residuales en la agricultura, misma que fue publicada y aprobada oficialmente en 2018.

Los temas que integran la Guía para Bolivia son: aguas residuales; reúso en la agricultura; el manejo de las aguas residuales en la parcela; cuidados a la salud; y calidad del producto, cada uno con una serie de subtemas. Su formato es sencillo que puede ser usado por los técnicos bolivianos para dar capacitación a productores, pero también contiene información que es útil para capacitar a otros técnicos que apoyen el proceso de la gestión para la reducción de riesgos por el uso de éstas aguas en las diversas zonas de Bolivia (véase Figura 3).



**Figuras 3.** Portada de la Guía.

Por otra parte, los resultados obtenidos en el primer diplomado permitieron que se generara el Anexo 1 al acuerdo de Cooperación Académica, entre el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), de los Estados Unidos Mexicanos y la Universidad Mayor de San Simón del Departamento de Cochabamba del Estado Plurinacional de Bolivia, correspondiente al programa de trabajo 2018-2019. Insertado en las acciones del Proyecto COTRIMEX III, denominado “Saneamiento del Río Rocha”, como parte de las acciones, se planificó continuar capacitando a técnicos del nivel central y técnicos del nivel subnacional, en este sentido se desarrolló el Diplomado en Tratamiento de aguas residuales con enfoque de reúso para riego agrícola, integrado de 6 módulos y que inició el 20 de agosto de 2018 y terminó el 31 de enero de 2019, en el que participaron las instituciones a través de especialistas, quienes impartieron clases en línea y presenciales, respecto de esto último el Módulo 3 “Recuperación y reutilización de efluentes” se llevó a cabo en Cochabamba, Bolivia, del 18 al 28 de Septiembre de 2018, en forma presencial con instructores del IMTA, donde parte de los temas vistos correspondieron al material integrado en la Guía, socializando así el contenido de ésta. Al Módulo presencial 3 asistieron un grupo de 19 estudiantes (Figura 4), de los cuales trabajan: en la Empresa Municipal de Agua Potable y Saneamiento de la Municipalidad de Sacaba; en algunas Gubernaturas de Quillacollo, Cochabamba, Colcapirhua; en el Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia; y empleados de empresas relacionadas con el diseño y construcción de plantas de tratamiento, entre otras cosas.



**Figura 4.** Estudiantes del 2do Diplomado, quienes se capacitaron en teoría y práctica.

Fueron ellos quienes en conjunto generaron la perspectiva a seguir para Bolivia, a fin de avanzar en la solución de la problemática en el tema de las aguas residuales, considerando que se requiere:

- Mayor concientización y sensibilización sobre reúso en Bolivia (Autoridades, instituciones y sociedad).
- Es necesario promover plantas de tratamiento pequeñas (descentralización) para reducir carga contaminante que llega a la PTAR general.
- Comenzar a reutilizar aguas grises con pre tratamiento para uso en servicios sanitarios, especialmente en entidades públicas.
- Las normativas bolivianas tienen que ser revisadas, para ser adecuadas y aplicadas bajo esquemas de incentivos y sanciones.
- Se requiere realizar trabajo social, enfocado a lograr la aceptación del agua residual tratada para reúso, por parte de la población (especialmente productores agrícolas).
- Vincular los futuros proyectos de reúso (agrícolas o de servicios al público) con la intervención de las universidades para establecer a nivel comunitario proyectos piloto.
- Utilizar tecnología a distancia que proporcione datos para el control de contaminantes (para que el MMAyA, supervise calidad de efluentes en las PTAR's).
- Se requiere elaborar la normativa que regule el reúso de aguas tratadas, en Bolivia.
- Es necesario integrar equipos de distintas instituciones de investigación para generar tecnologías apropiadas.
- Crear un grupo colegiado de profesionales (que trabajen en temas del sector rural), que se comprometan con el avance del reúso eficiente de las aguas residuales tratadas, a fin de aprovechar los recursos obtenidos de las plantas de tratamiento y se mejore el medio ambiente.

Para lograr esto consideraron que:

- Es prioritario que Bolivia actualice la “Ley de Aguas”.
- Es necesario que se establezca una Autoridad de Cuenca, que regule los diferentes usos del agua y establezca los programas coordinados a nivel de cuenca.



- Es necesario que se genere y apruebe la Normativa para descarga y normativa, para reúso.
- Es necesario que se genere y apruebe la Normativa para tratamiento y reúso de lodos.
- Se requiere un marco jurídico que legalice el aprovechamiento de los subproductos de las PTAR´s
- Legislar en cuanto a la denominación de origen de los productos agrícolas, para dar mayor certidumbre a los consumidores sobre la inocuidad alimenticia de productos agrícolas.
- En zonas con reúso de aguas residuales tratadas, es necesario condicionar el permiso de siembra al tipo de cultivo y a la ejecución de buenas prácticas de manejo del agua, suelo y del cultivo.
- Se requiere diseñar y ejecutar un programa integral de socialización de la información relacionada a los beneficios y riesgos del reúso de aguas residuales tratadas.
- Se requieren estudios de mercado del reúso de aguas residuales tratadas.
- Incluir en la GIRH como prioridad el apoyo gubernamental para el desarrollo de proyectos de tratamiento y reúso de aguas residuales.

## Conclusiones

El proyecto de Cooperación Triangular ha generado sinergias muy importantes, por el intercambio de experiencias y el aprovechamiento de conocimientos entre las partes.

El universo de trabajo de los técnicos bolivianos capacitados en los diplomados, asegura que los conocimientos adquiridos y el intercambio de experiencias generados durante las clases en línea y presenciales, así como las prácticas de campo, se puedan replicar en sus distintas zonas de influencia, lo que permitirá a Bolivia fortalecerse y avanzar en el tratamiento y reúso de sus aguas residuales, en la disminución de riesgos de salud en las zonas con reúso y mejorará la gestión de cuencas de manera integral.

Es necesario que la AMEXCID, a través de la CONAGUA y el IMTA, continúen consolidando su presencia en países de Sudamérica, reafirmando su liderazgo como instituciones a través de futuros convenios de colaboración.

El apoyo de México permite que Bolivia avance con pasos firmes en la gestión sobre el tratamiento y aprovechamiento de sus aguas residuales, así como en el saneamiento de sus ríos.

## Referencias Bibliográficas

IDR-OPS/HEP/CEPIS 2000-2002. Estudio General del caso Ciudad de Cochabamba, Bolivia. Proyecto Regional Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial. 38 pp.

MMAyA, 2013. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Sistematización sobre tratamiento y reúso de aguas residuales. 338 pp.





- MMAyA-VAPSB, 2015. Ministerio de Medio Ambiente y Agua- Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico. Informe de Avance de Política Sectorial 2014. 46 pp.
- MMAyA-VRHR, 2012. Ministerio de Medio Ambiente y Agua- Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego. Inventario Nacional de Sistemas de Riego 1ra Ed. Cochabamba. 30 pp.
- World Health Organization (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 2: Wastewater use in agriculture. En línea: <http://www.who.int>. (Consultado: 14 de febrero, 2018).