
PROYECTO REGIONAL

SISTEMAS INTEGRADOS DE TRATAMIENTO Y USO DE AGUAS RESIDUALES EN AMÉRICA LATINA: REALIDAD Y POTENCIAL

Julio Moscoso Cavallini

Luis Egocheaga Young

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS)

RESUMEN

En América Latina las enfermedades infecciosas son una de las principales causas de mortalidad y morbilidad en la población, especialmente en niños menores a cinco años. Esta situación es originada en parte por la escasa cobertura de tratamiento del agua residual doméstica, de sólo 14%, y por la existencia de más de 500.000 ha de cultivos regados directamente con agua residual sin un tratamiento adecuado, lo que implica un alto riesgo de diseminación de enfermedades entéricas. En este contexto, el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá (IDRC) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) suscribieron un convenio para que el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) ejecute entre 2000 y 2002 el proyecto **“Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial”**, con el propósito de analizar las experiencias de la Región, recomendar estrategias para el diseño e implementación de estos sistemas e identificar nuevas oportunidades.



Zona agrícola y forestal regada con efluentes de la planta de tratamiento de San Juan, Lima, Perú

El proyecto ha permitido concluir que en los 14 países incluidos en el Inventario Regional al 2003 de Manejo de las Aguas Residuales Domésticas, se está prestando mayor atención a la cobertura de alcantarillado, y en menor proporción al tratamiento del agua residual. Asimismo, se ha confirmado que el uso del agua residual está

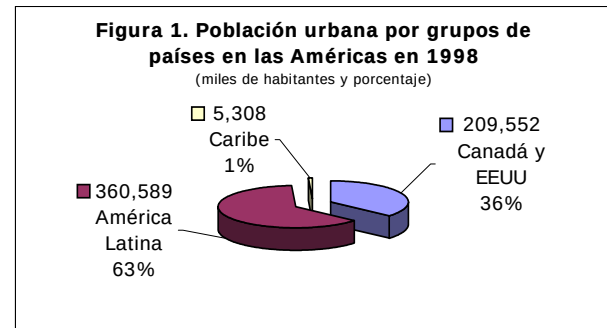
orientado principalmente al riego de cultivos no destinados al consumo humano directo, como forrajes y cultivos industriales. Los estudios de caso han revelado que los agricultores minimizan o desconocen los riesgos a la salud asociados al riego con agua residual y en algunos casos reconocen muy poco el aporte de nutrientes presentes en ésta. En todos los

casos, la actividad agrícola se desarrolla al margen de las regulaciones del tratamiento, y no existen mecanismos de coordinación con las empresas de agua y otras instituciones involucradas. En la mayoría de los países de la Región, el uso del agua residual doméstica aún no está regulado.

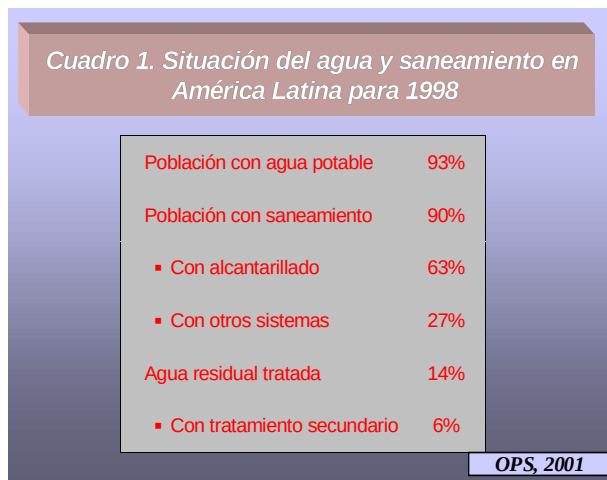
Las experiencias del uso de aguas residuales domésticas desarrolladas por el CEPIS y otras instituciones de la Región, sistematizadas a través de este Proyecto, han permitido desarrollar un modelo de gestión para integrar el tratamiento al uso. El Proyecto ha identificado los aspectos que son determinantes para el diseño, implementación y gestión de sistemas integrados de tratamiento y uso de agua residual doméstica. Asimismo, se ha definido estrategias y directrices para orientar el manejo actual del agua residual doméstica en la Región hacia la implementación y desarrollo de estos sistemas integrados.

INTRODUCCIÓN

En 1950 aproximadamente 150 millones de habitantes en América Latina vivían en ciudades, cifra que se incrementó a más de 360 millones a fines del Siglo XX (75% de su población total, Figura 1), debido a la intensa migración de la población rural. La creciente presión de esta población sobre los recursos agua y suelo, en muchos casos ha desbordado los esfuerzos de los gobiernos por lograr un crecimiento urbano planificado, y ha obligado a atender con prioridad los servicios de agua potable y alcantarillado, relegando el tratamiento del agua residual y la disposición de los residuos sólidos.



La OPS (2001) señala que en 1998 menos de 14% de los 600 m³/s de agua residual doméstica colectada en América Latina recibía algún tratamiento antes de ser dispuesta en ríos, mares y áreas de cultivo (Cuadro 1), y sólo 6% recibe un tratamiento aceptable. Si a esto se agrega que la población urbana de la Región muestra una alta incidencia de enfermedades infecciosas asociadas al agua, estos vertimientos constituyen un importante vector de transmisión de estos parásitos, bacterias y virus patógenos, situación que demanda urgente atención.



De otro lado, el crecimiento explosivo de las ciudades ha generado una acelerada pérdida de áreas de cultivo y ha obligado a dar prioridad al uso del agua superficial para bebida y la industria. Consecuentemente, la actividad agrícola ubicada en la periferia de las ciudades se ha visto seriamente afectada, optando por el uso del agua residual como única alternativa de supervivencia. Esto se refleja en la existencia de más de 500.000 ha agrícolas irrigadas directamente con agua residual sin un tratamiento adecuado (Bartone, 1990), y sobre todo, de una superficie agrícola muy superior, estimada en más de 2,5 millones de ha regada con agua contaminada con desagües urbanos, que normalmente no superan la calidad sanitaria (coliformes fecales y nemátodos) recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1989).

El Informe Regional sobre la Evaluación 2000 en la Región de las Américas (OPS, 2001) refiere que el fracaso más notable en América Latina ha sido la escasa cobertura de saneamiento y tratamiento de las aguas residuales. Este fracaso lo atribuye en parte a la aplicación de tecnología de disposición y tratamiento de agua residual desarrollada para los países industrializados, lo que ha originado condiciones insostenibles en aquellas ciudades de países en desarrollo donde han sido aplicadas, debido a los elevados montos de inversión y costos de operación.

El CEPIS inició en 1970 el Programa de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales con el propósito de contribuir a elevar la cobertura del tratamiento del agua residual doméstica en la Región, por medio de tecnologías apropiadas que permitan la remoción de organismos patógenos y no sólo de materia orgánica. En el 2000, el IDRC de Canadá y la OPS suscribieron un convenio para que el CEPIS ejecute el proyecto de investigación "Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial", con el propósito de documentar y analizar las experiencias de la Región, recomendar estrategias para el diseño e implementación estos sistemas e identificar nuevas oportunidades.

METODOLOGÍA

El proyecto promovió la elaboración de un inventario regional de los sistemas de tratamiento en operación, así como del uso de agua residual en actividades agrícolas. El Cuadro 2 muestra los 20 casos seleccionados para estudiar cuatro situaciones del manejo de las aguas residuales: ciudades donde se trata y usa agua residual en el riego agrícola (CT-CR), ciudades donde se trata pero no se usa el agua residual (CT-SR), ciudades donde se riega con agua residual sin tratar (ST-CR) y ciudades donde no se trata ni se usa agua residual para riego agrícola (ST-SR).

El estudio comprendió tres etapas de recopilación y análisis de información de estas localidades. En la primera denominada Estudios Generales, se abordó aspectos técnicos y económicos generales de 18 de los casos seleccionados¹. Luego se eligieron 11 de los 18 casos para continuar la segunda etapa de los Estudios Complementarios, que incluyó la evaluación de los aspectos ambientales, sociales, culturales y legales, así como la elaboración de una propuesta preliminar para la integración del tratamiento y uso agrícola del agua residual. Durante la tercera y última etapa de los Estudios de Viabilidad, se eligieron siete de estos 11 casos y se promovió la socialización y desarrollo de estas propuestas con los principales actores locales. Las últimas actividades del Proyecto incluyeron la elaboración y difusión en la Región del Resumen Ejecutivo y la Guía para Elaborar Proyectos, así como la realización de una serie de seminarios nacionales y mesas de donantes para promover la implementación de los proyectos apoyados.

Cuadro 2. Relación de Estudios de Caso para las cuatro situaciones de manejo

	Con tratamiento	Sin tratamiento
Con reúso	Antofagasta (Chile) Cochabamba (Bolivia) Juárez (México) La Vega (Rep. Dominicana) Mendoza (Argentina) Tacna (Perú) Texcoco (México) Villa El Salvador (Perú)	Mezquital (México) San Agustín (Perú) San Martín (Argentina) Santiago (Chile)
Sin reúso	Fortaleza (Brasil) Maracaibo (Venezuela) Portoviejo (Ecuador) Puntarenas (Costa Rica)	Ibagué (Colombia) Jinotepe (Nicaragua) Luque (Paraguay) Sololá (Guatemala)

¹ Los casos San Martín (Argentina) y Mezquital (México) no completaron la información básica.

RESULTADOS

1. Tendencias del manejo del agua residual doméstica en la Región

La dificultad para recopilar y procesar información básica limitó las estimaciones, comentarios e inferencias del inventario regional elaborado por el Proyecto, ya que deben circunscribirse al ámbito de los 14 países que enviaron información completa o parcial. Hacia fines de 2003 se logró incluir información de Colombia y México. Se entiende que esta dificultad se debió al poco interés por el tema, la falta de la información sistematizada o al hecho de no querer revelar información comprometedoras. En los próximos años se espera incorporar la información sobre el manejo de las aguas residuales domésticas al Sistema Interamericano de Información en Saneamiento Ambiental (SISAM), que está implementando la OPS en la Región.

Los primeros resultados del Inventario Regional indican que en los países evaluados se está prestando mayor atención a la cobertura de alcantarillado, y en menor grado al tratamiento de las aguas residuales. Sin embargo, algunos países comienzan a considerar en sus legislaciones la obligación de incluir el tratamiento de las aguas residuales en todos sus proyectos de alcantarillado, lo que implicaría un incremento de la cobertura de tratamiento.



Parcelas de cultivo regadas con agua residual sin tratar en el valle de Mezquital, México.

La tendencia para América Latina es de una menor cobertura de alcantarillado en las ciudades grandes (más de 1 millón de habitantes) y las ciudades muy pequeñas (entre diez mil y dos mil habitantes), debido en el primer caso a la envergadura del problema, y en el segundo caso a la preferencia por la disposición de excretas *in situ*. En cuanto al tratamiento de aguas residuales domésticas, la tendencia regional apunta hacia una menor cobertura a medida que el tamaño de la ciudad aumenta, probablemente debido al requerimiento de mayor inversión y de áreas disponibles para instalar los sistemas de tratamiento.

El uso de las aguas residuales es el tema menos documentado. Por ello se ha recurrido a cierta información de los Estudios Generales elaborados para el Proyecto, principalmente de México y Colombia, lo que permite afirmar que el área agrícola regada con agua contaminada con desagües domésticos podría alcanzar los dos millones y medio de hectáreas. En la mayor parte de esta superficie se estaría regando con aguas superficiales contaminadas con aguas residuales. De la superficie agrícola irrigada con aguas residuales reportadas por Argentina, Colombia, México, Nicaragua, Perú y República Dominicana, el 81% se dedica a cultivos industriales, 10% a frutales y 7% a hortalizas. También se reporta cultivos forestales y forrajeros en menor escala.

2. Los aportes de los estudios de caso

Los estudios de caso realizados han confirmado que el riego con agua residual es aplicado principalmente en cultivos no destinados al consumo humano directo, como cereales y otros cultivos industriales. En la mayoría de los casos el agua residual es la única fuente de abastecimiento, pues se localizan en zonas áridas o semiáridas. A pesar de la escasez de agua, se riega mayormente por inundación o surcos.

En general, los agricultores minimizan o desconocen los riesgos a la salud asociados al riego agrícola con aguas residuales y muy pocos reconocen el aporte de nutrientes presentes en estas aguas. En todos los casos, esta actividad agrícola está desarrollada al margen de la regulación para el tratamiento, no existiendo por lo tanto mecanismos de coordinación con las empresas de agua y otras instituciones involucradas con estas aguas. Tales características



Viveros regados con aguas residuales en San Juan de Miraflores, Lima, Perú

podrían entenderse en los casos de una agricultura de subsistencia (agricultores marginales), sin embargo, varios casos muestran alta eficiencia técnica y económica.

El uso de las aguas residuales aún no está regulado en la mayoría de los países de la Región. Por ello las directrices y guías definidas por el Proyecto aspiran a ser una importante referencia para propiciar la incorporación de normas y regulaciones estrictas, pero al mismo tiempo promotoras de esta práctica.

La ejecución de los estudios de caso también ha permitido conformar y capacitar equipos técnicos multidisciplinarios para formular proyectos hasta un nivel de viabilidad, basados en los protocolos y términos de referencia desarrollados en el proceso del Proyecto. En adelante, estos equipos podrán asumir otros estudios similares en sus países. Incluso, el equipo de Costa Rica ha apoyado al de Guatemala para formular un proyecto similar en ese país.

Los estudios se han constituido en un instrumento para abrir un espacio político que permita a las diversas instituciones nacionales involucradas discutir el tema del manejo de las aguas residuales y su relación con la situación de la salud en los diferentes países. En los casos que llegaron a elaborar Estudios de Viabilidad se ha iniciado procesos de concertación, un ejercicio que aún resulta difícil por el estilo conservador de gestión que mantienen ciertas instituciones.

La inclusión en el Proyecto de casos sin experiencia en el reuso ha permitido iniciar un proceso de transferencia de los conceptos que sustentan la integración del tratamiento al uso productivo, para que puedan ser considerados como una buena alternativa para el manejo de las aguas residuales domésticas en países donde aún no se conoce este tema. La estrategia en esos casos será promover un proyecto piloto que permita evaluar las ventajas, establezca las exigencias y finalmente propicie la aceptabilidad de la propuesta por parte de los actores involucrados.

3. El modelo de Sistema Integrado de tratamiento y uso de agua residual doméstica

Las experiencias de uso de aguas residuales desarrolladas por el CEPIS y otras instituciones de la Región, y sistematizadas a través de este Proyecto, han permitido desarrollar un modelo de gestión para integrar el tratamiento al uso de estas aguas. Este modelo propone la adecuación del tratamiento de las aguas residuales domésticas para su uso productivo, lo que implica priorizar la remoción de patógenos para proteger la salud pública, en lugar de remover la materia orgánica y los nutrientes que sí son aprovechados por la agricultura o la acuicultura. Las lagunas de estabilización constituyen la tecnología más apropiada para lograr este objetivo, además de requerir sólo 20% de la inversión y 10% de los costos de operación que otras opciones tecnológicas demandan. El uso de estas aguas en actividades como la

forestería, que son menos exigentes en calidad sanitaria, permitiría reducir aún más el costo del tratamiento. Además, el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas en el riego agrícola significa reducir y hasta eliminar las descargas que de alguna forma siempre generan impactos negativos en el ambiente.

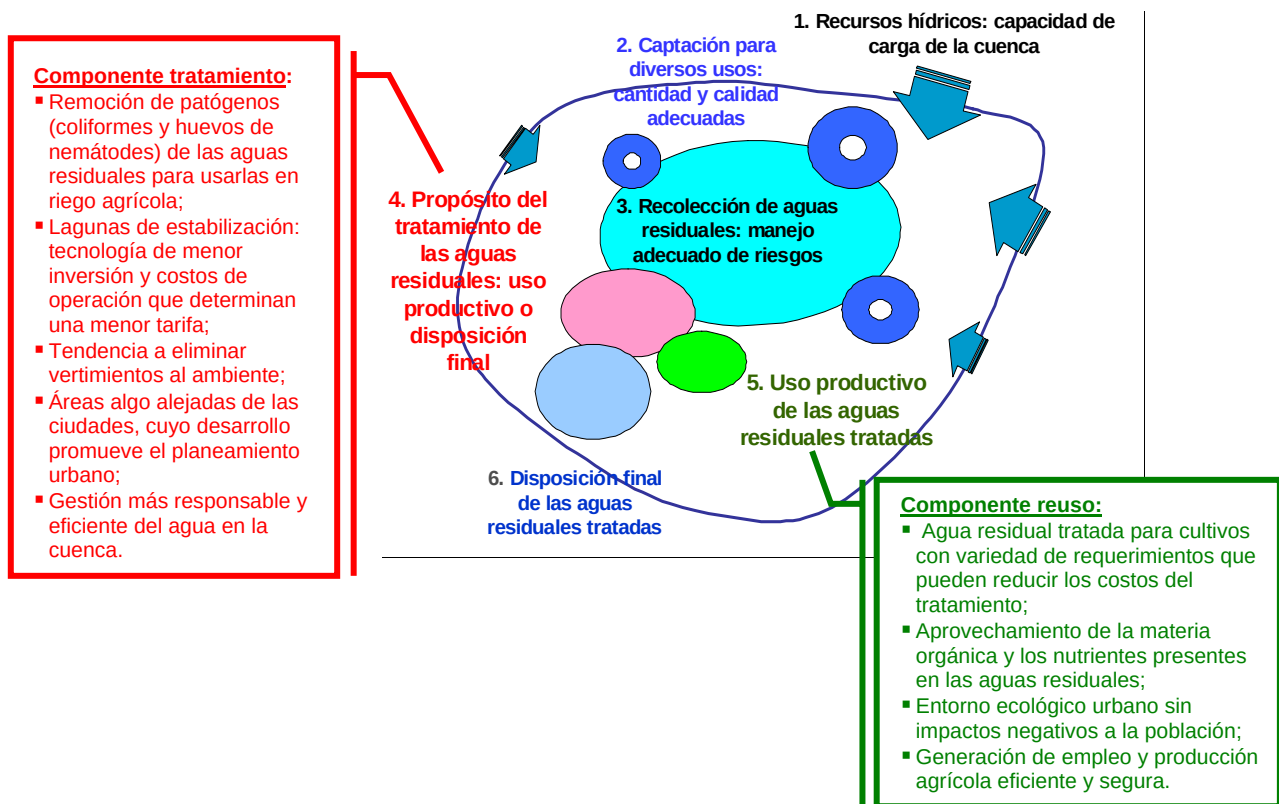


Lagunas de estabilización y áreas agrícolas y forestales en Ibagué, Tolima, Colombia

El modelo de gestión incorpora el tratamiento y uso del agua residual a la gestión eficiente de los recursos hídricos en una cuenca. En la Figura 2 se representa los componentes del tratamiento y el reuso, así como su ubicación en el ciclo del agua en una cuenca.

En una aplicación directa del principio “quien contamina paga”, las ciudades debieran asumir todo el costo del tratamiento de las aguas residuales que generan. Sin embargo, muchas autoridades se resisten a agregar estos costos de tratamiento al costo de vida en la ciudad, asumiendo sólo los atribuidos al abastecimiento de agua potable y el servicio de alcantarillado. El potencial de la integración del tratamiento y uso agrícola de las aguas residuales como un mecanismo para reducir las inversiones y costos operativos en ambas actividades aún no se ha comprendido en su verdadera dimensión. La alternativa de utilizar las aguas residuales tratadas en actividades productivas como la agricultura, genera un espacio de concertación entre la ciudad, que dispondría de sistemas adecuados de tratamiento de bajo costo, y los usuarios potenciales de estas aguas, quienes podrían asumir parte del costo del tratamiento por el derecho a disponer de agua con nutrientes disueltos para sus actividades productivas. Por tanto, los sistemas integrados permitirían controlar un incremento significativo de las tarifas cuando en éstas se incorpore el costo del tratamiento, garantizando así una mayor sostenibilidad del servicio.

Figura 2. Componentes del modelo de gestión de tratamiento y reuso y su ubicación en el Ciclo del Agua



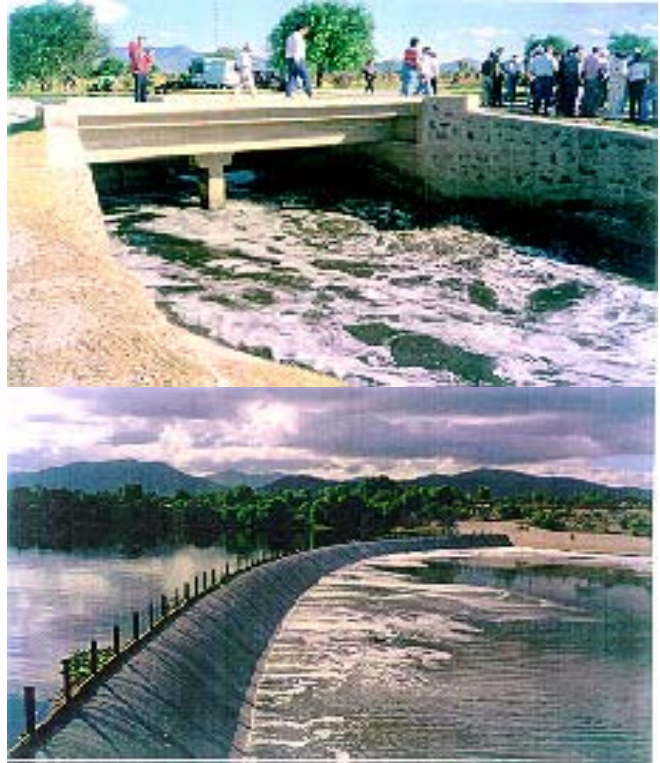
Por último, la aceptación de este modelo implica que la comunidad asuma la responsabilidad de tratar sus aguas residuales con tecnología apropiada, y valore beneficios como la protección de la salud y el ambiente, y la generación de empleo y alimentos de calidad.

4. Aspectos críticos de los sistemas existentes

El Proyecto ha logrado identificar los siguientes aspectos críticos de los sistemas existentes, y que en forma especial se deberán tomar en cuenta para el diseño, implementación y manejo de sistemas que integren el tratamiento y uso de las aguas residuales domésticas:

- Los requerimientos institucionales (tenencia de tierras, necesidades e intereses de actores, organización agrícola y mecanismos de gestión del sistema integrado) y socioeconómicos (aceptación del reuso, capacidad de pago, mecanismos de cobranza, estrategia de financiamiento) tienen especial relevancia para la integración del tratamiento y uso de las aguas residuales.
- No existen mecanismos y espacios de coordinación y concertación entre los responsables de la regulación, del manejo de las aguas residuales domésticas y los grupos de usuarios o afectados por los vertimientos, particularmente en los casos en que se hace uso de aguas residuales crudas.

- La mayoría de decisiones con respecto a parámetros de control de la calidad del agua, la tecnología para el tratamiento, la distribución de los costos, la disposición de las aguas residuales y su uso para riego, por citar las más importantes, se toman en forma unilateral y sin mayor participación de los otros grupos de interés.
- En la mayoría de los países de la Región la legislación no considera a los patógenos humanos como parámetros relevantes de la calidad sanitaria de las aguas residuales, y cuando existen, en la práctica no son aplicables por una serie de limitaciones, como la escasa o débil capacidad de fiscalización y control de las instituciones responsables. Un caso relevante se da en México, en donde la legislación acepta un límite de 5 huevos de nemátodos por litro de agua residual tratada, ya que sus plantas de lodos activados no pueden alcanzar el límite de menos de un huevo recomendado por la OMS.
- La mayoría de las instituciones responsables del manejo de las aguas residuales domésticas de la Región no tiene capacidad para afrontar las inversiones y costos operativos del tratamiento, en gran medida debido a que sus representantes y toda la comunidad no comprenden ni asumen su responsabilidad de tratar las aguas residuales que generan.
- El costo del tratamiento, cuando existe, no ha sido incorporado aún en las tarifas de los servicios de agua y saneamiento, salvo casos excepcionales como Mendoza (Argentina) y parcialmente Cochabamba (Bolivia). Muchas autoridades se resisten a incorporar estos costos de tratamiento al costo de vida en la ciudad, asumiendo sólo los atribuidos al abastecimiento de agua potable y al servicio de alcantarillado.
- El creciente conflicto de intereses entre los proveedores de tecnología propia de países industrializados, las empresas de agua y saneamiento y las comunidades involucradas, está conduciendo a la insostenibilidad de estos sistemas. En Cochabamba (Bolivia), la empresa privada que intentó instalar una planta de lodos activados tuvo que retirarse del país por el violento rechazo de la población a un incremento significativo en las tarifas para financiarla. En Lima (Perú), la empresa de agua tiene serias dificultades para hacerse cargo de la costosa operación del sistema de tratamiento con lagunas aireadas construido por el Estado en el Sur de la ciudad a un costo de US \$130 millones, por no tener capacidad para asumir los elevados costos operativos.



*Foto superior: canal de desagüe de agua residual en Ciudad de México que conduce el agua al valle de Mezquital, 60 Km al norte de la ciudad.
Foto inferior: represa de almacenamiento del agua residual y agua de lluvia en el valle de Mezquital.*

- Muy pocas experiencias se aproximan a la integración del tratamiento y uso agrícola de las aguas residuales propuesta por el Proyecto. Una de éstas es Mendoza (Argentina), donde unas 2.000 hectáreas de cultivos agrícolas son regadas con el efluente tratado de una planta de 300 ha de lagunas de estabilización, que reciben 1.400 l/s de una población de 320.000 habitantes. Más de 460 hectáreas producen uva para vinificación y otras 102 hectáreas producen frutales. Una empresa forestal maneja 205 hectáreas de álamos para la producción de madera prensada. También se cultiva alfalfa para forraje en otras 340 hectáreas. Por último, se manejan 814 hectáreas para la producción de ajo, alcachofa, tomate y zapallo. Sin embargo, en este caso el tratamiento y el uso agrícola están a cargo de entidades que no coordinan sus actividades entre sí, poniendo en riesgo la sostenibilidad de esta importante experiencia.



- Actualmente las empresas de agua y saneamiento de Colombia están sujetas a fuertes penalidades si vierten sus desagües con cargas contaminantes que superen los límites establecidos en la legislación. En Ibagué, ciudad colombiana de 430.000 habitantes, las



Parcelas de arroz regadas con agua residual sin tratar mezclada con agua de río en Ibagué, Colombia

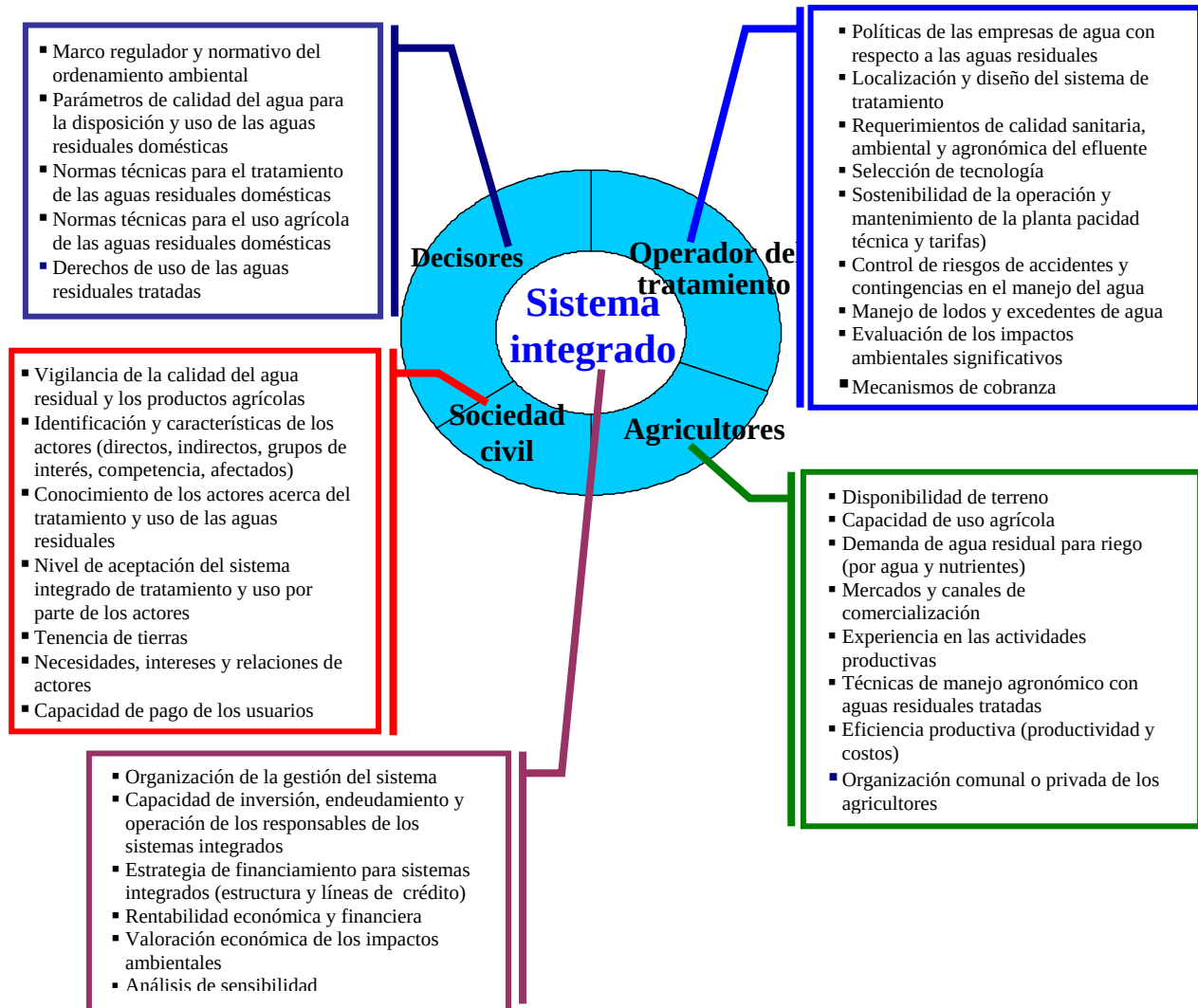
aguas residuales son vertidas sin tratamiento a los ríos que atraviesan la ciudad, siendo posteriormente captadas las aguas para cultivar arroz en 26.000 hectáreas. Inicialmente la empresa de agua había considerado la instalación de una planta de lodos activados para el tratamiento y, a iniciativa del Proyecto, está en negociaciones con las asociaciones de arroceros para tratar el agua residual hasta alcanzar la calidad sanitaria necesaria para evitar riesgos a la salud de los agricultores. Éstos a su vez, dispondrán una parte de sus parcelas para instalar lagunas de estabilización para un tratamiento inicial, que luego será complementado

en los arrozales, antes de drenar los efluentes a los cuerpos de agua.

- No se dispone de suficiente información epidemiológica acerca de la incidencia de enfermedades asociadas al manejo, cultivo y consumo de productos regados con agua residual doméstica en la Región.

El desarrollo de los estudios generales, complementarios y de viabilidad ha permitido identificar los factores determinantes para la viabilidad y sostenibilidad de los sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales domésticas (Figura 3).

Figura 3. Actores y factores determinantes para la viabilidad y sostenibilidad del modelo de gestión



5. Estrategia para la implementación

La estrategia para orientar el manejo de las aguas residuales domésticas en la Región hacia el desarrollo de sistemas integrados de tratamiento y uso está enmarcada dentro de los siguientes lineamientos:

- Se deberá realizar un diagnóstico para identificar con detalle los elementos requeridos para implementar un sistema integrado. Así, la propuesta para una ciudad sin tratamiento ni reuso deberá considerar la implementación de los dos componentes, mientras que para una ciudad que tiene ambos, estos se deberán adecuar para lograr su integración.
- Como siguiente paso se deberá identificar a los actores clave para propiciar la socialización de la propuesta, que permita concertar objetivos comunes y definir responsabilidades y compromisos antes de formular el proyecto.

- El financiamiento deberá incorporar un plan de capacitación y asistencia técnica para la implementación y operación, incluyendo un programa de monitoreo y control de la calidad del proceso y de los productos generados.
- Paralelamente se deberá promover una legislación promotora del uso de las aguas residuales adecuadamente tratadas, que incluya como parámetros de calidad sanitaria fundamentalmente a los coliformes fecales y parásitos.

6. Siguiendo etapas

Si bien la primera etapa del Proyecto concluida ha permitido evaluar el estado del arte y definir estrategias y guías para la formulación de futuros proyectos, también se logró apoyar la formulación de varios estudios de viabilidad, que poseen muy buenas condiciones para su futura implementación. Por tanto, la siguiente etapa del Proyecto estará destinada a lograr los siguientes resultados:

- Respaldo las propuestas elaboradas para gestionar su financiamiento, firmar los compromisos de participación de las instituciones involucradas y lograr un nivel de socialización del proyecto que lo haga viable y sostenible.
- Supervisar la implementación de los proyectos y monitorear su operación durante los dos primeros años para evaluar la eficacia de las propuestas y formular las recomendaciones necesarias.
- Apoyar el desarrollo de las propuestas que no continuaron hasta la etapa de viabilidad, a fin de completar un paquete regional que incluya por lo menos un proyecto en cada país latinoamericano. Un programa de capacitación y apoyo a la socialización deberá ser considerado para lograr este resultado.
- Conformar una red regional de Reuso con el propósito de propiciar la cooperación entre países y actualizar la información acerca del tema.

Los sistemas integrados son una alternativa viable y sostenible para mejorar la calidad de vida en las ciudades de la Región, al permitir un adecuado manejo de los aspectos técnicos, ambientales, sociales y económicos del tratamiento y uso de las aguas residuales domésticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **Bartone, C.** 1990. International perspective on water management and wastewater reuse-appropriate technologies IAWPRC Biennial International Conference and Water Reuse Seminar, Kyoto, 29 July-3 August.
- **Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, CEPIS-OPS**, 2002, Portal del Proyecto Regional Sistemas integrados de Tratamiento y uso de las aguas residuales en América Latina: realidad y potencial, <http://www.cepis.org.pe/bvsaar/e/proyecto/proyecto.html>
- **León S. G.; Moscoso, J.** 1996. Curso de tratamiento y uso de aguas residuales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. Lima, Perú.

- **Moscoso, J. & Egocheaga, L.** 1991. Reuso en acuicultura de las aguas residuales tratadas en las lagunas de estabilización de San Juan, Sección IV: Factibilidad técnica, económica y social. Lima: CEPIS.
- **Moscoso, Julio & Egocheaga, Luis,** 2002, "Proyecto Regional Sistemas integrados de Tratamiento y uso de las aguas residuales en América Latina: realidad y potencial: Resumen ejecutivo", Lima, Perú, <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaar/e/proyecto/rejecutivo.pdf>.
- **Moscoso, Julio & Egocheaga, Luis,** 2002, "Proyecto Regional Sistemas integrados de Tratamiento y uso de las aguas residuales en América Latina: realidad y potencial: Guía para la formulación de proyectos de sistemas integrados", Lima, Perú, <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaar/e/proyecto/guiaproye.pdf>.
- **Organización Mundial de la Salud.** 1989. Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Ginebra: OMS. (Serie de informes técnicos 778).
- **Organización Panamericana de la Salud.** 2001. Informe regional sobre la Evaluación 2000 en la Región de las Américas: Agua potable y Saneamiento, estado actual y perspectivas. Washington, set. 2001.