

Reporte de investigación: “Espacios para la gestión del agua residual municipal y generación de bases para el proyecto ejecutivo en la comunidad de San Pedro Atlapulco, Ocoyoacac, México.

Responsable Técnico: Dr. Alejandro Rafael Alvarado Granados

Corresponsable: M. en D.M. Elizabeth Días Cuenca

Colaboradores externos: Mtro. Jesús Arias Chávez y

Dra. María Guadalupe Ibarra

Área de Conocimiento (CONACyT): Ciencias Sociales

Introducción

La contaminación del agua es un problema nacional y mundial que amenaza con abatir el recurso por menguar su calidad, en particular para el consumo humano, que en las condiciones actuales de su manejo es un lastre para el desarrollo, por lo que desde el ámbito de la administración pública federal, se le considera como “un recurso finito indispensable para la salud pública, los ecosistemas, la biodiversidad, la producción de alimentos, la industria, la energía y el desarrollo económico, principalmente. Por ello se le considera un factor estratégico de seguridad nacional así como de estabilidad social y política de nuestra nación” (Gobierno Federal, 2014).

Bajo esta premisa y a partir de la misma fuente, llama la atención que en 63 años la disponibilidad promedio del recurso se redujo de 18,035 m³/hab en 1950, a 3,982 m³/hab en 2013; esto es, el decremento fue de 78%, que deja al país, como una nación de baja disponibilidad, según el tabulador del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Gobierno Federal, 2014).

Dicho cambio es debido básicamente por el aumento de población, que pasó de 25,791,017 habitantes en 1950 (INEGI, 1950) a 117,400,000 habitantes en 2013, según estimaciones de SEDESOL (2013), con un incremento de 353.6%.

Lo anterior significa que del 100% *per cápita* que se tenía en 1950, ahora sólo es el 22 %, esto es, ahora disponemos de menos de la cuarta parte, sin tomar en cuenta la calidad del líquido, que por sus características organolépticas se encuentra contaminada en todas las corrientes superficiales, a la vez que se registra contaminación en algunos acuíferos.

Lo anterior es el resultado de un manejo del líquido, que en términos generales se basa en su desalojo inmediato, luego de que precipita o de que se utiliza. Ello a través de emisores que lo trasladan hasta los cuerpos receptores, habitualmente contaminada, por la adición de “sustancias extrañas”, que son añadidas luego de su aprovechamiento, en distintos ámbitos de las actividades humanas que no se responsabilizan de su descarga.

Hasta el momento en México, la depuración de “sustancias extrañas” que dan lugar a la contaminación del líquido son eliminadas parcialmente por la naturaleza,

a través de los procesos del ciclo hidrológico, sin embargo, dichos procesos tienen sus propias velocidades y requerimientos; sin embargo, con la intervención humana en el propio ciclo, que hace uso del líquido, incrementa la cantidad de agua contaminada y mantiene constante la capacidad natural de depuración, presionando cada vez más las capacidades del entorno, hasta rebasar límites de autorregulación, con tendencias a la eutrofización prematura de cuerpos de agua.

En términos sociales, el resultado es la abundancia de corrientes superficiales, cuerpos de agua y acuíferos contaminados, que reducen la disponibilidad del líquido por su calidad, con impactos en la salud de la población, de los ecosistemas y de la economía, con lo cual se incrementan los costos de este recurso que en otros momentos fue considerado como un bien libre y abundante.

Con estas prácticas de manejo del agua, que dificultan su disponibilidad, por alteraciones en su calidad, en las proximidades a los sitios donde se consume, ha llevado a la búsqueda de fuentes de abastecimiento que son cada vez más lejanas y costosas, para satisfacer las necesidades humanas, incrementando así la problemática, que amplía su zona de influencia, hacia nuevas fuentes, en zonas donde algunos sectores sociales y productivos ya no satisfacen plenamente sus necesidades y se debilitan, en favor de las zonas de destino del líquido, que disfrutan del beneficio, a la vez que la contaminan, para descargarlo aguas abajo, en detrimento de otras zonas y sectores.

Estas prácticas de sobre aprovechamiento del agua en el ámbito superficial dieron lugar al agotamiento de corrientes para el resto de los organismos vivos que la requieren y por lo cual, se aprobó hace un par de años, la Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012, que establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico, que contribuye a restablecer el equilibrio hídrico de las corrientes superficiales; sin embargo, para los otros usuarios no queda más que la fuerza de la negociación que puedan tener para mantener sus actividades.

En el ámbito subterráneo, de los 653 acuíferos reconocidos como marco de referencia único del país, 106 se identificaron como sobreexplotados en 2013, mientras que en 1975 solo eran 32 los que estaban en esa condición (Gobierno Federal, 2014). Lo anterior ilustra que parte del problema hídrico se debe a la cantidad de agua que se apropia la sociedad, respecto a la que puede retener para la satisfacción de sus necesidades vitales y productivas.

Sin embargo, de manera paralela, se tiene la problemática por la calidad del líquido, que se sintetiza en un problema de contaminación, mismo que: “se debe, primordialmente, a la descarga a los cuerpos receptores de una gran parte del caudal de aguas residuales sin tratamiento, por los municipios y las industrias, al uso de fertilizantes y plaguicidas en la agricultura, a la inadecuada recolección y disposición de los residuos sólidos municipales e industriales y al acelerado proceso de erosión causado por prácticas inadecuadas en las actividades agropecuarias y silvícolas.” (Gobierno Federal, 2014: 33-35).

Ante esta situación, cabe destacar que el mecanismo artificial más utilizado para depurar el agua, es a través de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), que es el sometimiento del líquido a uno o más procesos: físicos, químicos y biológicos, para separar los contaminantes disueltos o suspendidos, para mejorar la calidad del agua en distintos niveles, pero también con distintos costos, que frecuentemente no están dispuestos a pagar quienes la contaminan.

Las PTAR iniciaron en México desde 1954, en el Bosque de Chapultepec, con la finalidad de usar su efluente para el riego de esta importante área verde urbana y el llenado de los lagos. Luego de 57 años, la infraestructura para estos fines alcanza 2,719 instalaciones, de las cuales el 16% se registraron fuera de operación, con una capacidad instalada de 137.082 m³/s y 71.2% de eficiencia (CONAGUA, 2011).

De esta manera, “desde diciembre de 2012 se cuenta con una infraestructura de 2 342 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales con una capacidad instalada de 140.1 m³/s. Sin embargo, sólo se tratan en promedio 99.8 m³/s, equivalente al 47.5 por ciento de los 210 m³/s de aguas residuales colectadas en los sistemas formales de alcantarillado” (Gobierno Federal, 2014: 36).

Pese a estos esfuerzos, la contaminación de los ríos del país no se reduce, “generado un impacto ambiental negativo que ha devenido en deterioro o contaminación de los recursos hídricos del país”. (Gobierno Federal, 2014: 30).

Según la misma fuente y página, “la falta de una coordinación apropiada ha restado credibilidad a las instituciones del sector ante la sociedad”.

Es importante destacar que la gran mayoría de la infraestructura instalada atiende las necesidades de las ciudades de mayor tamaño, por motivos económicos que ponderan las economías de escala, para reducir el costo por metro cúbico de agua tratada y con lo cual, las pequeñas localidades quedan sin este tipo de servicio.

En este sentido, en una investigación anterior de los responsables, estudiando la misma microcuenca, para buscar una alternativa de saneamiento propusieron la instrumentación de un programa, sustentado en una plataforma teórico-metodológica que se formuló desde el año 2011, a partir del “análisis del proceso de manejo del agua” (Alvarado y otros, 2012), siguiendo la estructura del proceso de planeación. Como resultado de lo anterior, el “programa de manejo sustentable del agua residual en la cuenca del arroyo El Muerto, en Ocoyoacac, Tianguistenco y Capulhuac, Estado de México” (Alvarado y otros, 2015), planteó cuatro proyectos estratégicos, que incorporan distintas actividades y sectores, para buscar sinergias positivas; dichos proyectos enunciados son los siguientes.

1. Educación para el manejo del agua en la cuenca. Incorpora el trabajo con la población, sobre todo infantil, para sensibilizar sobre los hábitos de consumo del líquido, sus implicaciones para la calidad de las aguas residuales, la necesidad de depurarlas *in situ*, para no transportar agua contaminada que difunde las sustancias que contiene, sobre todo en una zona de altas

infiltración, así como para el cuidado de las fuentes de abastecimiento local y regional, destacando la importancia de la zona de recarga del acuífero del Valle de Toluca, donde habitan.

El proyecto también contempla el manejo de residuos sólidos municipales, que está fuertemente vinculado con la contaminación del agua, y cobra especial relevancia por la contribución de lixiviados al acuífero, sobre todo en los tiraderos a cielo abierto.

2. Tubos y plantas de tratamiento. Este proyecto consiste en la depuración de las aguas residuales que se generan por las diversas actividades, a partir de la confirmación de que no se trata de aguas industriales y todo el servicio para la población es parte de la responsabilidad municipal. Esta actividad consiste en establecer los complementos a la red de drenaje existente, para cubrir la mayor cantidad de predios servidos con agua entubada y tratar el agua antes de su descarga a los cuerpos receptores naturales.
3. Proyecto de El Potrero. Para fortalecer a la zona turística que se encuentra en la parte alta de la cuenca, donde se presentan las primeras actividades económicas, con impacto en la calidad del agua. Este proyecto pretende promover un manejo de agua y de residuos sólidos, bajo los principios del proyecto anterior, en materia de agua, pero adiciona el manejo de residuos sólidos, la diversificación de oferta de actividades y productos para los visitantes, procurando establecer eslabonamientos productivos con otros

sectores de la población local y la promoción de este espacio turístico con sus particularidades naturales y culturales.

4. Agroecosistemas. Este proyecto está destinado a conocer los procesos de aprovechamiento de la tierra destinada a los fines agrícolas, pecuarios, forestales, silvícolas y acuícolas, que son usuarios de agua, o que realizan actividades vinculadas con la infiltración del agua de lluvia, con la finalidad de contribuir a evitar la contaminación, a la vez de promover la producción de alimentos y materias primas, en armonía con las zonas metropolitanas de Toluca y del Valle de México, para contener la urbanización, con actividades productivas y generación de servicios ambientales.

Para la instrumentación y puesta en marcha de esta propuesta técnica, acompañada de algunos elementos que participan en las causales de la problemática, se establecieron los siguientes objetivos:

- General

Identificar los programas del sector público, en sus tres órdenes, en materia de saneamiento del agua residual municipal, así como los existentes en los sectores privado y social, y sentar las bases para la formulación del proyecto ejecutivo del saneamiento del agua residual en San Pedro Atlapulco, Ocoyoacac, México.

- Particulares

- a) Revisar el marco jurídico y programático del sector público, en materia de saneamiento del agua residual doméstica, para establecer espacios de gestión pertinentes.
- b) Identificar programas de los sectores: social y privado, que preocupados por la problemática hídrica, estén interesados en promover el saneamiento del agua.
- c) Conocer las condiciones que establecen los espacios de gestión, para preparar el proyecto ejecutivo, en función de los requerimientos de forma y de contenido
- d) Detallar los procedimientos para el saneamiento, en términos de tratamiento del líquido y la divulgación de principios, información local y procedimientos, para la operación de los procedimientos de saneamiento del agua en la localidad.

Para registrar el cumplimiento de estos objetivos, el presente documento se estructura en tres apartados, que son: referencias teórico-metodológicas, resultados y análisis, para expresar finalmente las conclusiones.

Referencias

Como continuación de un proyecto de mediano plazo del cuerpo académico: “Desarrollo, ambiente y procesos de configuración territorial”, la principal referencia teórica de este capítulo, es la generada por Alvarado y otros (2012), para plantear el proceso del manejo del agua, como el tránsito del agua en el ámbito de la sociedad, desde la apropiación de este recurso natural, hasta su descarga en algún cuerpo receptor.

En este proceso, la sociedad con frecuencia altera negativamente a las fuentes de abastecimiento y las sobreexplota, a la vez que genera contaminación de los cuerpos receptores cuando descarga las aguas residuales, generalmente sin tratamiento, presionando así las dos funciones sustantivas del medio ambiente: la generación de materias primas (recursos naturales) y la recepción de sustancias y materiales desechadas. Ambas funciones condicionan la calidad de vida y el aprovechamiento de los recursos naturales.

Si el paradigma es el de la sustentabilidad de los recursos naturales y de las actividades económicas y sociales, el modelo de gestión del agua, basado en la oferta del líquido, presupone que éste es infinito y siempre habrá de donde obtenerlo, en la propia cuenca o mediante trasvases, como lo establecen Chávez y Chávez (2009).

Esta modalidad, que prevalece en México, a través de grandes obras de infraestructura, desde inicios del Siglo XX, están ejemplificadas, entre otros, con los acueductos: Xochimilco, Lerma y Cutzamala, para abastecer a la Ciudad de México y su zona conurbada. Es importante destacar que este modelo persiste en el siglo XXI, con los acueductos: Independencia en Sonora, Monterrey VI, o la nueva etapa que se pretende construir del Cutzamala, con la interconexión del Temascaltepec, o el Tecolutla-Necaxa, por mencionar algunos.

En contrasentido, el Programa Nacional Hídrico 2014-2018, estableció la necesidad de un enfoque multisectorial, al afirmar: “Como una estrategia global, el

Gobierno de la República ha hecho una sólida apuesta para atender la seguridad hídrica, el derecho humano al agua y saneamiento básico y, por ende, el apoyo objetivo y bien sustentado a la población en el mejoramiento integral de la gestión del agua, incluyendo la prestación de los servicios de agua en los asentamientos humanos y en el campo, con base en el desarrollo de su capacidad de trabajo por sectores, por cuencas y en su capacidad de articular en forma amplia y productiva las relaciones con entidades federativas y a través de estos, con los municipios, con apoyo en una transversalidad institucional que debe madurar y perdurar.” (Gobierno Federal, 2014: 13)

Sin embargo, la falta de congruencia entre los criterios de la programación y las acciones que se realizan por parte de los órganos de gobierno, impacta fuertemente en las zonas donde se encuentran las fuentes de abastecimiento, a la vez que, en el lugar del aprovechamiento se tienen efluentes contaminados y contaminantes que agravan el problema global hídrico, tanto en su cantidad, como en su calidad.

Los anteriores efectos son independientes de la cantidad de población o de su concentración, toda vez que si el proceso de manejo del agua se modifica, los impactos pueden cambiar, en ambos extremos del mismo. En tal sentido, al contar con una propuesta integral, su instrumentación para la actuación, dentro del subsistema político-administrativo, implica la revisión de los programas vigentes dentro de la administración pública, así como de otros espacios de gestión para su puesta en marcha y demostrar en el ámbito de lo local que el proceso de manejo

del agua es posible realizarlo de otra manera, menos contaminante y más armónica con los procesos de la naturaleza y de la sociedad, en cada cuenca.

Una característica de esta propuesta local es su autosuficiencia y autodeterminación, mediante la gestión de un sistema que no se limita al proceso tecnológico de tratamiento de efluentes, sino que contempla las variables del proceso de manejo del agua, para establecer procedimientos descentralizados e integrados a las condiciones locales, tanto en el orden biofísico como en el socioeconómico.

Por lo anterior, para la obtención de resultados en esta investigación, se procedió a la cuantificación de las plantas de tratamiento y la definición de sus características generales, al mismo tiempo que se procedió a la búsqueda de planes, programas y proyectos, para identificar aquellos que puedan contribuir, según sus reglas de operación, a la instrumentación del “programa de manejo sustentable del agua residual en la cuenca del arroyo El Muerto, en Ocoyoacac, Tianguistenco y Capulhuac, estado de México”, en su componente tecnológico, porque es el de mayor sensibilidad en la población y las propias autoridades, locales, estatales y nacionales; pero teniendo muy claro que no es el único factor, y posiblemente tampoco el más importante.

Resultados

Los resultados obtenidos inician con la caracterización de la localidad más importante de la cuenca, a efecto de contextualizar la zona de estudio; toda vez,

que por limitaciones de recursos: económicos y humanos, y teniendo la claridad de que en la cuenca existen dos localidades, sólo se trabajó en la primera, para ilustrar el procedimiento y proceder con posterioridad con la de menor tamaño, a partir de la réplica del ejercicio aquí expuesto.

También se expresan las zonas de contribución a cada una de las descargas de aguas residuales de la localidad analizada, así como la revisión de programas de gobierno que se identificaron como posibles coadyuvantes para el impulso al proyecto de “Tubos y plantas de tratamiento”, contenido en el programa de manejo sustentable del agua residual en la cuenca del arroyo El Muerto, en Ocoyoacac, Tianguistenco y Capulhuac, estado de México.

- Características de la comunidad y de las descargas de aguas residuales

La comunidad de San Pedro Atlapulco comprende parte de dos microcuencas, porque se asienta en su parteaguas, dentro de la vertiente occidental de la sierra de Las Cruces, a una altitud entre los 2,900 y 3,000 msnm, a los 19° 14' 30'' de latitud Norte y 99° 23' 40'' de longitud Oeste, lo que le imprime una condición de clima semifrío con lluvias en verano que oscilan alrededor de los 1,500 mm anuales, en promedio, concentrados en seis meses, entre mayo y octubre, cuando precipita, alrededor del 90 % de la lluvia anual.

Aun con la distribución temporal de la lluvia en un semestre, la corriente del arroyo El Muerto es permanente, gracias a las características de retención de agua y su dosificación a lo largo del año, en una zona de recarga del acuífero del Valle de

Toluca. Lo anterior implica que la población no padece por el abastecimiento del líquido, sin embargo, se debe de tener cuidado en la manera en que se realizan las actividades en la zona, para no contaminar al acuífero.

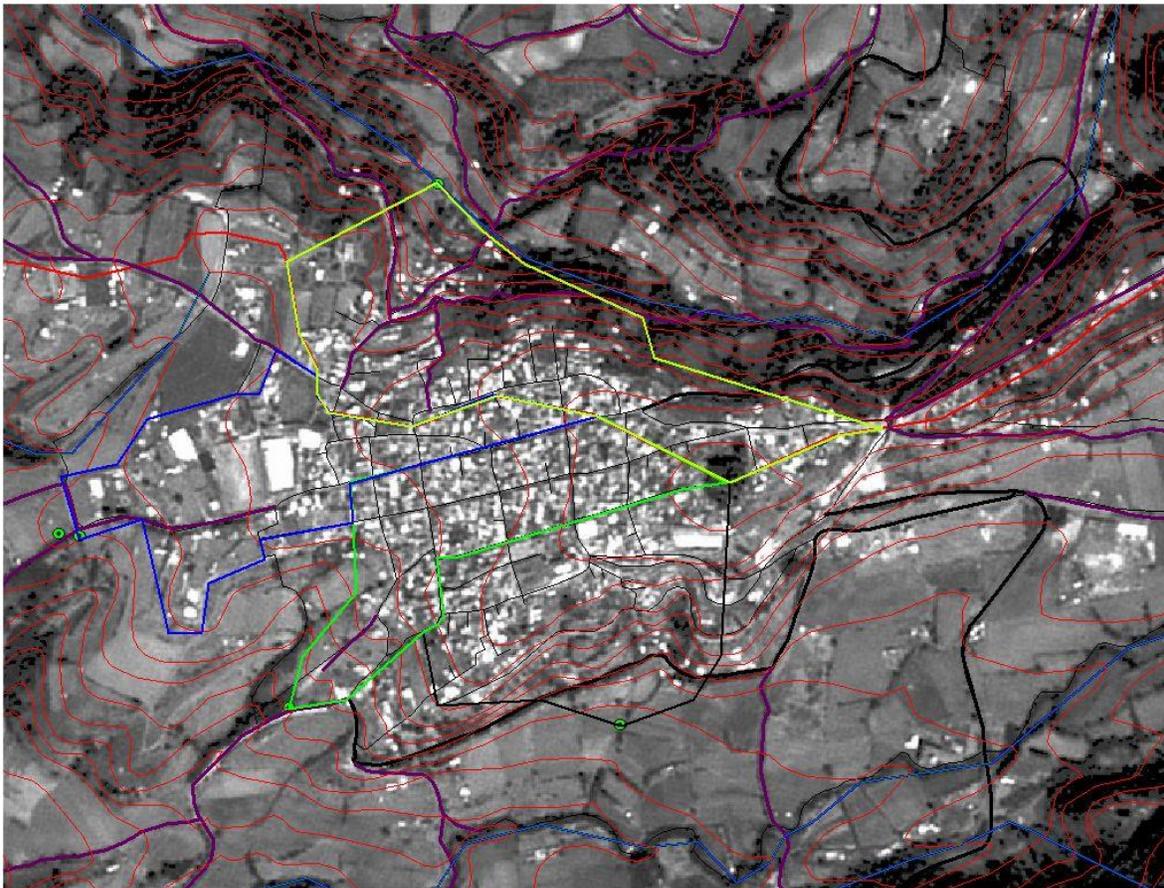
La distribución del líquido, para la población de la localidad se realiza por gravedad, a través de obras de captación, conducción y almacenamiento, desde el manantial principal hasta la orilla Oriente del Valle del Potrero, a partir de donde inicia su distribución a los usuarios, que inicia por el mencionado valle turístico, carente de infraestructura para la descarga de sus aguas residuales de manera apropiada, y lo hace sobre los cauces naturales que concentran el líquido en el mencionado arroyo.

Las obras de infraestructura de alcantarillado inician en el pueblo, recorren sus calles y descargan libremente en los arroyos, sin ningún tratamiento. De esta manera, se identificaron cuatro descargas de aguas residuales domésticas, que se ilustran en la figura 1. Cada una de las descargas, tuene una superficie a la que le da servicio de recolección de sus aguas residuales. Dicha superficie está delimitada por manzanas completas o partes de ellas, según la configuración topográfica del terreno.

A cada una de estas superficies, se le denominó “Zona de Descarga”, para realizar algunas estimaciones, basadas en varios supuestos que son: una distribución homogénea de la población en cada una de las zonas; un consumo *per cápita* de 150 l/hab/día, para estimar la magnitud de cada caudal de emisión de agua

residual en cada una de las zonas, en 2010, que es el año censal último y la extrapolación de la dinámica poblacional observada entre 2000 y 2010 para el periodo 2010 y 2020.

Figura 1. Zonas de descarga de agua residual en San Pedro Atlapulco



Fuente. Elaboración propia con base en INEGI, 2000 e IGCEM (2008)

De la mencionada figura, es importante destacar que tres de las cuatro zonas están en la cuenca de El Muerto y se identificaron como: El Arenal (VERDE), La Veracruz (NEGRO), e Independencia Poniente (AZUL). Es importante destacar

que la zona del Arroyo México (Amarillo), cae dentro de la cuenca del arroyo México, que es un importante afluente del Ocoyoacac; toda vez que del mapa de la localidad destaca que dicho asentamiento humano comparte superficie de dos microcuencas hidrológicas: la del arroyo El Muerto, que ocupa 52.82 % de la localidad, con 89.76 ha, mientras que el restante 47.18% de la superficie es ocupada por la vertiente del arroyo Ocoyoacac, que en esta parte alta se le conoce como arroyo México, y es equivalente a 80.16 ha.

Los resultados de las mediciones de las zonas de descarga, de las estimaciones del tamaño de población y de los caudales en distintos momentos se expresan en el cuadro 1, a partir de los supuestos mencionados.

Cuadro 1. Población y caudales de operación por zona de descarga

Zona de descarga	Superficie (ha)	Habitantes	Caudal 2010		Caudal 2020	
			(l/día)	(l/s)	(l/día)	(l/s)
El Arenal	12.25	1,057	158,535.21	1.83	177,585.94	2.06
La Veracruz	9.57	826	123,851.59	1.43	138,734.49	1.61
Independencia Pte.	11.40	984	147,534.81	1.71	165,263.65	1.91
Arroyo México	16.48	1,422	213,278.39	2.47	238,907.46	2.77
Total	49.70	4288	643,200.00	7.44	720,491.54	8.34

Fuente elaboración propia, con base en INEGI (2000)

De acuerdo con la delimitación de la localidad en estudio, a partir de la interpretación de la imagen SPOT (IGCEM, 2008), cubre una superficie total: 49.7 ha, en una zona de pie de monte, poblada por 4,288 habitantes (INEGI, 2011), que son descendientes de la etnia Otomí, que puebla esta región desde tiempos prehispánicos.

Destaca de esta localidad, que tiene cobertura de 98% en materia de agua potable y la de alcantarillado es similar, con la frecuente desventaja que sus aguas residuales descargan en los cauces naturales, generando la problemática que despertó este proceso de investigación en la microcuenca.

Por otra parte, como alternativa técnica de esta problemática, la cantidad de descargas no se pueden reducir a una sola, por la dificultad para la realización de trasvases, que lleven a la instalación de solo una sola planta de tratamiento, debido a la conformación del terreno rocoso de la montaña, que resulta en un mayor costo que el de la propia construcción de las plantas de tratamiento, mismas que por su sencillez son económicas, de autoconstrucción y basadas en procesos biológicos; a la vez que su manejo independiente, por zona, contribuye al tratamiento descentralizado, incluso a nivel de la propia localidad.

- La propuesta del saneamiento, en el marco del manejo integral de la cuenca

La depuración del agua residual que se propone, a través de plantas de tratamiento, en la cuenca El Muerto, derivada del proyecto de “tubos y plantas de tratamiento”, está sustentada en la tecnología de Xochicalli AC, que ha trabajado desde hace más de cuarenta años en el diseño de sistemas de depuración de aguas residuales, de uso doméstico no convencionales, que tiene algunas características que se enumeran a continuación:

1. Se plantea un sistema de tratamiento de agua descentralizado.

2. Se pretende el uso de tecnología apropiada, que se expresa en dos sentidos: por una parte, se trata de tecnología que es eficiente por La remoción de sustancias disueltas y en suspensión que contiene el agua residual doméstica; a la vez que se trata de tecnología sencilla, que imita los procesos catabólicos de la naturaleza, con una infraestructura sencilla, generada por la fundación Xochicalli, que participa en este proyecto.

3. Por las características de la población, que incluye su tamaño pequeño y formas de organización que cubre sus necesidades de mano de obra a través de formas tradicionales colectivas, se pretende el uso de biodigestores y humedales de flujo subsuperficial, como campos de hidroponía, para la producción vegetal, que recupere los nutrientes contenidos en el agua residual doméstica.

- Los programas públicos, privados y de la sociedad civil

Cabe destacar que se identificaron siete programas que se mencionan en el cuadro 1 del anexo, dichos programas tocan temas relacionados con el saneamiento, el desarrollo, o el manejo de recursos naturales. De los siete, seis son de gobierno, en distintos niveles y sectores, mientras que el restante es de la iniciativa privada.

Es importante reconocer que existe mayor atención a comunidades de alta y muy alta marginación, sin embargo, se tiene la pregunta siguiente: ¿quién atiende las necesidades de localidades que no se encuentran en ese extremo, dado que

también son ciudadanos que no tienen resueltas sus necesidades de servicios públicos?

Conclusiones

La depuración del agua residual de las comunidades rurales, con características de escasa población y frecuentemente dispersa no puede esperar a reunir condiciones de concentración y magnitud que justifique la instalación de grandes plantas de tratamiento. Requiere la instalación de plantas reducidas, a escala del tamaño de su población, considerando su crecimiento, según su horizonte de planeación considerado, haciendo uso de tecnología apropiada para la zona, en función de su eficiencia en la remoción de contaminantes, pero también por el manejo y dominio de la tecnología que logre la población usuaria, de los procedimientos, que le permita operarla eficientemente, e incluso hacer adecuaciones de manera autónoma y autogestiva.

Los programas de gobierno están limitados generalmente a ofrecer apoyos económicos cuando se trata de localidades de alta marginación y, a solicitud de los gobiernos de los municipios, por lo que las peticiones por parte de las comunidades no es posible de manera directa, lo que implica dependencia de éste orden de gobierno para solicitar apoyos económicos; en tal sentido, los proyectos descentralizados se complican para su instrumentación, y en dado caso, las alternativas podrán estar en las fundaciones o bajo otras modalidades de financiamiento.

El apoyo a las comunidades desde la Universidad es de suma importancia para cumplir con una de las funciones sustantivas de este tipo de instituciones, que no debe quedarse solo con la docencia y la investigación, que también son fundamentales, sino debe trascender a la sociedad, a la que se debe.

Fuentes consultadas

- Alvarado Granados, Alejandro Rafael; Díaz Cuenca Elizabeth y González Carmona, Emma (2012) “Factores de uso y manejo de las aguas residuales domésticas: metodología en construcción”, en Alvarado Granados, Alejandro Rafael. Coordinador “Experiencias en el tratamiento de aguas residuales domésticas en el Estado de México, UAEM, Toluca, México.
- Alvarado Granados, Alejandro Rafael; Díaz Cuenca Elizabeth y González Carmona, Emma (2015) “Programa de saneamiento de la laguna de San Miguel Almaya”, en, Orozco-Hernández, María Estela, Velázquez-Torres, David; Campos Cámara, Bonnie Lucía y Tapia Quevedo, Jorge. Coordinadores, *Paradigmas del desarrollo social y territorial*, UAEM, Toluca, México.
- Chávez Cortés Martha y Chávez Cortés Juan M. (2009), “El enfoque de estudios integrales en la planeación de la conservación del agua”, en Montero Contreras, Delia; Gómez Reyes, Eugenio; Carrillo González Graciela y Rodríguez Tapia, Lilia *Innovación tecnológica, cultura y gestión del agua. Nuevos retos del agua en el Valle de México*, UAM-Porrúa, DF, México.

- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2011) Inventario nacional de plantas de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación, SEMARNAT, DF, México.
- Gobierno Federal (2014) *Programa Nacional Hídrico 2014-2018*, SEMARNAT, DF, México, en <http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/rendicion-de-cuentas>, consultado el 24 de mayo de 2014.
- IGECM, Instituto de Investigación, Informática, geográfica y Catastral del Estado de México (2008), *Imagen SPOT E14A48*, IGECM, Toluca, México.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2000) *Conjunto de datos vectoriales de la carta topográfica: E14A48, escala 1:50,000*, INEGI, Aguascalientes, México.
- ----- (2011) *XIII Censo General Población y Vivienda 2010*, INEGI, Aguascalientes, México.
- SEDESOL, Secretaría de Desarrollo Social (2013) “Avances y retos de la política social”, en *Indicadores de desarrollo social*, publicación quincenal de la Subsecretaría de Prospectiva, Planeación y Evaluación, año 2, número 48, enero 31, en: https://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Sedesol/sppe/dgap/boletin_quincenal/boletin_48_SPPE.pdf consultado el 15 de diciembre de 2014.

Cuadro 1. Instrumentos del Sector Público y Privado para el Saneamiento del Agua

Anexo

Programa	Dependencia	Objetivo	Condiciones para el Beneficio	Tipo de Beneficio	Observaciones
1. Programa Nacional Hídrico 2014-2018	Comisión Nacional del Agua	Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.	Se aplica en todo el territorio nacional, en donde se observen retrasos en eficiencia del servicio de agua y saneamiento.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado. 2. Mejorar las eficiencias de los servicios de agua en los municipios. 3. Sanear las aguas residuales municipales e industriales con un enfoque integral de cuenca hidrológica y acuífero. 	Por su carácter nacional no especifica cuencas pequeñas, de deducen acciones.
2. Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP)	Secretaría de Desarrollo Social	Contribuir a proveer un entorno adecuado de los territorios que presentan mayor marginación y rezago social del país, a través de la reducción de los rezagos que se relacionan con la calidad, espacios y acceso a los servicios básicos de la vivienda; así como en infraestructura social comunitaria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Localidades ubicadas en las ZAP rurales 2. Localidades de muy alta y alta marginación, ubicadas en municipios de media marginación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redes de distribución de agua. 2. Sistemas de recolección y almacenamiento de agua para consumo humano. 3. Redes de drenaje pluvial y sanitario. 4. Plantas de tratamiento de aguas residuales y para consumo humano. 	El apoyo se prestara con base al criterio del índice de marginación, específicamente alta y muy alta marginación.

<p>3. Programa de Infraestructura Indígena</p>	<p>Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas</p>	<p>Contribuir para que los habitantes de las localidades indígenas elegibles superen el aislamiento y dispongan de bienes y servicios básicos, mediante la construcción de obras de infraestructura básica y vivienda</p>	<p>1. Que al menos el 40% de sus habitantes se identifiquen como población indígena, 2. Que sean de alta o muy alta marginación. 3. Tengan entre 50 y 15,000 habitantes.</p>	<p>1. Construcción y ampliación de sistemas de agua potable. 2. Drenaje y saneamiento</p>	<p>Localidades con alta y muy alta marginación, con población indígena en 40 % y con menos de 15,000 habitantes.</p>
<p>4. Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales (PROSSAPYS)</p>	<p>Comisión Nacional del Agua</p>	<p>Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable (AP) y saneamiento en localidades menores a 2,500 habitantes, donde se promoverá la gestión comunitaria de los sistemas, atendiendo prioritariamente localidades de alta y muy alta marginación.</p>	<p>Se identificarán las coberturas de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento con que cuentan las localidades. En primera instancia deberá tomarse la información más reciente del Censo o Cuento de Población y Vivienda del INEGI</p>	<p>Se podrá disponer de hasta 10% de los recursos asignados al Programa, con una aportación federal del 100%, para el mejoramiento de la eficiencia de los organismos operadores que actúen en localidades rurales, priorizadas por CONAGUA.</p>	<p>Se atenderá a localidades que presenten un índice de marginación de alta y muy alta, además de ser localidades con menos de 2,500 habitantes.</p>

<p>5. Programa de Agua Limpia</p>	<p>Comisión Nacional del Agua</p>	<p>Fomentar y apoyar el desarrollo de acciones para ampliar la cobertura de agua de calidad para el uso y consumo humano, mediante diversos procesos físicos, químicos, orgánicos u otros, para la desinfección y tratamiento de contaminantes específicos, si es el caso, en los sistemas de abastecimiento y distribución; del agua.</p>	<p>1. Localidades con alta y muy alta marginación con prioridad las incluidas dentro de los municipios de la Cruzada Nacional contra el Hambre 2. Municipios con mayor incidencia de enfermedades infecciosas intestinales 3. Localidades donde se incrementa el nivel de cobertura y eficiencia de la desinfección del agua. 4. Localidades donde se implemente un plan de seguridad del agua (PSA). 5. Mayor número de habitantes por beneficiar.</p>	<p>1. Instalación, reposición y rehabilitación de equipos o dispositivos de desinfección en sistemas y fuentes de abastecimientos. 2. Adquisición de refacciones para equipos de desinfección. 3. Operativos de desinfección y saneamiento básico comunitario.</p>	<p>Las localidades incluidas en el Programa de La Cruzada Nacional contra el Hambre, serán los principales beneficiarios de este programa.</p>
<p>6. Programa Integral de Desarrollo Rural. Componente Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA)</p>	<p>Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación</p>	<p>Contribuir a reducir la inseguridad alimentaria prioritariamente de la población en pobreza extrema de zonas rurales marginadas y periurbanas.</p>	<p>1. Las personas físicas o morales que, de manera individual o colectiva y sin distinción de género, se dediquen a actividades agrícolas y pecuarias. 2. Que sean habitantes de regiones, municipios o localidades clasificadas por la Secretaría en cada entidad federativa como de mayor prioridad por su grado actual de deterioro de los recursos naturales.</p>	<p>1. Prácticas de conservación de suelo y agua. 2. Elaboración de proyectos ejecutivos. Soporte Técnico a las instancias que participan en la ejecución del Componente. 3. Se aplican en la modalidad de porcentaje máximo de apoyo calculado sobre el valor del proyecto y van de 50 a 90% dependiendo del nivel de prioridad que se otorgue al municipio en cada estado.</p>	<p>El apoyo se otorgará según el grado de deterioro del capital natural de la zona.</p>

<p>7. Plan Maestro Para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma</p>	<p>Secretaria del Medio Ambiente del Estado de México</p>	<p>Identificar, consolidar, impulsar e implementar acciones estratégicas para coadyuvar en la restauración ambiental de la CARL, las cuales se identificaron con base en los resultados generados en: Diagnóstico Ecosistémico, Análisis de Optimización y Catálogo de Anteproyectos, con la interacción con actores clave principalmente con funcionarios de los 33 municipios</p>	<p>Los 33 municipios que conforman la Cuenca Alta del Río Lerma.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acondicionamiento de afluentes del río Lerma 2. Acondicionamiento, rehabilitación y ampliación de plantas tratadoras de aguas residuales. 3. Diseño y construcción de redes de colectores de aguas residuales 4. Extracción y control biológico de lirio acuático (Eichhornia Crassipes) en el cauce del río Lerma dentro de la CARL y en sus Ciénegas. 	<p>Este plan es aplicable a los municipios que conforman la Cuenca Alta del Río Lerma.</p>
<p>8. Programa de Conservación y Manejo del Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala-La Bufa (Parque Estatal "Otomí-Mexica")</p>	<p>Secretaria del Medio Ambiente del Estado de México</p>	<p>Asegurar la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ambientales, buscando que las actividades que se desarrollan dentro del parque sean compatibles con la conservación</p>	<p>Los 17 municipios comprendidos dentro de los límites del Parque Estatal "Otomí-Mexica".</p>	<p>Acciones para la restauración ambiental de la zona y los recursos naturales afectados.</p>	<p>Este programa realiza acciones en los 17 municipios que se encuentran distribuidos en el Parque Zempoala-La Bufa</p>

<p>9. Programa de la Región VII Lerma 2012-2017</p>	<p>Comité de Planeación Para el Desarrollo del Estado de México</p>	<p>Lograr un crecimiento urbano ordenado y sustentable en la Región VII Lerma, basado en el ordenamiento y consolidación de las zonas urbanas así como en el respeto y cuidado tanto del medio ambiente y las zonas agrícolas de alta productividad como de las zonas de recarga acuífera</p>	<p>Los municipios comprendidos en la región alta del río Lerma (Capulhuac y Ocoyoacac)</p>	<p>Programa de rescate de cauces y cuerpos de agua.</p>	<p>Aquellos municipios dentro de la región alta del río Lerma, serán considerados para obtener un beneficio.</p>
<p>10. Programa Hacia la Igualdad y la Sustentabilidad Ambiental</p>	<p>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales</p>	<p>Que la SEMARNAT y sus órganos sectorizados integren en las funciones operativas de diseño, ejecución y evaluación de las políticas ambientales, las consideraciones metodológicas y procedimentales necesarias para visibilizar el papel de las mujeres y de los pueblos y comunidades indígenas y mejorar las condiciones en las que desarrollan acciones de cuidado, conservación y aprovechamiento sustentable de recursos naturales y gestión ambiental</p>	<p>a) Subsidios a Organizaciones de la sociedad civil. b) Desarrollo Sustentable con Perspectiva de Género. c) Subsidios a organizaciones de la sociedad civil. d) Desarrollo sustentable en beneficio de comunidades y pueblos indígenas.</p>	<p>Proyectos para el desarrollo de Ecotecnias (letrinas secas, estufas ahorradoras de leña, biodigestores, estufas solares, sistemas de manejo de aguas residuales, sistemas de desinfección de agua).</p> <p>Restauración y conservación de suelos y agua Obras de captación de agua de lluvia, obras para el almacenamiento y manejo del agua (represas y tanques de distribución, cisternas de ferrocemento, redes de distribución de agua, etc.). Distribución de apoyos: 30% para capacitación y 70% para inversión.</p>	<p>Los beneficiarios principales serán las localidades indígenas.</p>

<p>11. Programa AQUAFUND</p>	<p>World Visión México, en colaboración con Fundación PEPSICO y CONAGUA</p>	<p>Generar un modelo escalable para abastecer de agua y saneamiento básico a zonas rurales dispersas, que ofrecerá recomendaciones para fortalecer al Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales</p>	<p>Municipios identificados en la Cruzada Nacional contra el Hambre.</p>	<p>Bajo impacto medioambiental. Apropiamiento comunitario del proyecto. Empoderamiento de órganos comunitarios de agua y saneamiento generadores de participación e incidencia pública.</p>	<p>Aquellos que se encuentren inscritos en el Programa Cruzada Nacional contra el Hambre, se beneficiarán con los subsidios privados.</p>
--------------------------------------	---	---	--	---	---

