

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

PROYECTO DE RED DE DRENAJE,
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO,
PARA EL MUNICIPIO DE SAN
MATÍAS TLALANCALECA, PUEBLA.

Arq. Francisco Haroldo Alfaro Salazar

Director de la División Ciencias y Artes para el
Diseño

UAM Xochimilco

Dirección de Obras Publicas

Periodo: 03 de junio de 2023 al 03 de febrero
de 2024

Proyecto: "Plan maestro de regeneración
ambiental para la cuenca del río Atoyac"

Clave: XCD000827

Responsable del Proyecto: Arq. Enrique
Medrano Rojas

Asesor Interno: Arq. Alejandro Leonides Díaz
Tenorio

Matrícula: 3020593654

Licenciatura: Arquitectura División de Ciencias
y Artes para el Diseño

Tel: 562443488

Cel: 5626502229

Correo electrónico: avilespaulina8@gmail.com

ÍNDICE

Informe final de Servicio Social

BREVE RESUMEN

- Introducción 01
- Objetivos Generales 01
- Descripción 02

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 07

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- Recomendaciones 09
 - Conclusiones 11
 - Bibliografía y referencias electrónicas 13
-

BREVE RESUMEN

Proyecto de red de drenaje, alcantarillado y saneamiento, para el Municipio de San Matías Tlalancaleca, Puebl.

introducción

El proyecto consta de acciones específicas; la inclusión y mejoramiento de infraestructura básica, como lo es la red de drenaje y alcantarillado público sumando a este rubro el tratamiento de remanentes domésticos e industriales. Por medio del control, manejo, gestión, y tratamiento de aguas residuales e industriales. Beneficiando directamente a 68,799.00 habitantes e indirectamente a 1,327,402.00 habitantes al estar inmersos dentro de una cuenca, compuesta por las subcuencas, Zahuapan, Alseseca y Valsequillo.

Objetivos generales

1. Mejorar la infraestructura básica de la red de drenaje y alcantarillado público.
2. Implementar un sistema efectivo para el tratamiento de remanentes domésticos e industriales.
3. Controlar y gestionar adecuadamente las aguas residuales e industriales.
4. Beneficiar directamente a una población de 68,799 habitantes.
5. Impactar de manera indirecta a 1,327,402 habitantes que residen en la cuenca, abarcando las subcuencas Zahuapan, Alseseca y Valsequillo.

Descripción

I. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO

a. Diagnóstico de la situación actual

El municipio de San Matías Tlalancaleca se localiza dentro de la región afectada por la contaminación del Río Atoyac. Dicho río cuenta con la Recomendación 10/2017 (CNDH. 2017) emitida por la Comisión de los Derechos Humanos (CNDH) el cual da cuenta de las consecuencias a la población causada por la presencia de contaminantes en el río. En dicha recomendación se hace notar la importancia del saneamiento del río, en beneficio de la sociedad, tanto en términos sociales como económicos y ambientales. Muchos de los contaminantes son vertidos directamente al río por medio de descargas municipales, algunas ilegales. Dichas descargas contienen desechos provenientes de las actividades humanas en zonas urbanizadas, principalmente de origen habitacional y comercial. En el municipio de San Matías Tlalancaleca se encuentran registradas 16 descargas municipales cada una con una capacidad de descarga de 3 l/s en promedio, y que son vertidas de forma directa al cauce del río. Cabe resaltar que en las zonas rurales alrededor de las zonas urbanas, esta agua contaminada es utilizada para regar directamente los plantíos, contaminando las cosechas, y afectando a la sociedad. Cabe mencionar que, adicional a las descargas municipales, alrededor de 25% de las viviendas en el municipio no cuentan con drenaje municipal, lo que implica que sus descargas son arrojadas ilegalmente al río.

Como da cuenta la Recomendación emitida por la CNDH (2017), se han registrado afectaciones, hasta una distancia de 2 km. del río, a la salud de la población dada la presencia de contaminantes como el arsénico, plomo, mercurio, plomo y materias orgánica, estas últimas asociadas a zonas habitacionales. Entre las patologías registradas se encuentran enfermedades gastrointestinales, enfermedades de la piel, y otras graves como casos de cáncer.

Además de las descargas de origen urbano, son también importantes las descargas industriales, que en su mayoría son ilegales o ligeramente reguladas. Dichas descargas se asocian principalmente a actividades textiles, procesamiento de alimentos e industrias petroquímicas; y se encuentran ubicadas a lo largo de la cuenca del río.

b. Análisis de la oferta o infraestructura existente

Uno de los principales problemas es que el municipio de San Matías Tlalancaleca no cuenta con Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), y no se cuenta con planes para implementar alguna en la zona. Cómo se logra observar en los diversos planes de recuperación y saneamiento del Río Atoyac propuestos por la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de Puebla (CEAS), los proyectos se enfocan en zonas urbanas de mayor tamaño poblacional, como lo es San Martín Texmelucan. Dadas las circunstancias, las descargas al río transportan los contaminantes hasta una región que sí cuente con dicha infraestructura. En tanto que el sistema de alcantarillado municipal sólo alcanza a cubrir el 50% de las zonas urbanas, y el 75% de las viviendas del municipio. Así mismo, existe un deficiente sistema de alcantarillado público, que provoca que el agua pluvial sea mezclada con el drenaje o se vierta directamente al cauce del río.

El nivel de contaminantes de origen industrial deriva, entre otras cuestiones, de la ausencia de infraestructura que permita recolectar los químicos para su correcto tratamiento. La industria presente en el municipio de San Matías Tlalancaleca, aunque limitada, genera un impacto importante en el proceso de contaminación del río. Esto sucede en buena medida por las descargas de los residuos; en particular cuando estas son vertidas directamente al río, o cuando son mezcladas con aguas residuales provenientes de zonas no industriales, y que dada la infraestructura municipal, igualmente son vertidas directamente al río.

Una de las causas indirectas detectadas es el estado actual de la infraestructura de movilidad: en particular las calles. Es preciso mencionar que el escaso presupuesto asignado al municipio es causa principal del deterioro, aunque también lo es el mal uso que se les da a dicha infraestructura: tránsito de vehículos pesados (maquinaria usada en campos de cultivo), entre otras. Como consecuencia, dicha infraestructura se encuentra deteriorada. Adicional al deterioro de las vialidades deterioradas, es preciso mencionar dos sucesos importantes: en primera instancia, el crecimiento urbano de la región, lo cual generará la necesidad de aumentar el sistema vial. Y en segunda instancia, las vialidades que existen como consecuencia del crecimiento urbano de la región, y que se encuentran sin pavimentar.

Al municipio se conectan carreteras, autopistas, calles primarias y secundarias, con características diferentes. Siendo la Autopista México - Puebla con 6 carriles, la más importante. Paralela a esta, la carretera federal 190 México - Puebla con dos carriles, conecta las poblaciones de San Matías Tlalancaleca con el municipio vecino San Martín Texmelucan, y subsecuentemente con la Zona Metropolitana de Puebla y Huejotzingo. Así mismo, carreteras secundarias que conectan otras comunidades, y que son importantes porque permiten la movilidad de las personas entre comunidades.

c. Análisis de la demanda actual

Como ya se mencionó anteriormente, sólo el 50% de la zona urbanizada del municipio cuenta con servicio de drenaje municipal, mientras que el 25% de las viviendas cuentan con acceso a drenaje público. Es decir, en el municipio se contabilizan 1,048 unidades económicas, de las cuales, el 50% no cuentan con drenaje municipal. Además de un total de 4,649 viviendas con un total de 20,175 habitantes. De las cuales 1,160 viviendas aproximadamente no cuentan con drenaje.

Además de que el drenaje municipal recoge desechos industriales, habitacionales, comerciales y viales, saturando la red, y contaminando agua que pudiera ser recuperada, saneada e infiltrada a los mantos acuíferos.

Por otro lado, las descargas industriales son de interés particular al ser fuente importante de contaminantes. La industria al encontrarse concentrada principalmente en concentrada en la comunidad de San Matías Tlalancaleca, por lo que sus efectos se concentran en la misma comunidad, aunque los impactos con se reflejan a lo largo del río. Es en esta comunidad dónde se localizan 10 descargas industriales que arrojan químicos asociados a lavanderías.

El sistema de vialidad de la zona se encuentra en un claro deterioro, o incompleto. Si bien existe un sistema de transporte colectivo, con 13 unidades, la movilidad en la zona es principalmente dada a pié, en vehículos no motorizados, o automóviles y camiones. Es importante resaltar que la cantidad de vehículos registrados es ligeramente inferior a la cantidad de vehículos pesados, lo cual implica que la construcción de la infraestructura vehicular sea realizada con materiales resistentes al uso pesado.

d. Interacción de la oferta-demanda

La situación actual del Municipio de San Matías Tlalancaleca se encuentra con la particularidad que por un lado existe una cantidad significativa de población, unidades económicas e industrias que no cuentan con acceso a la red de drenaje municipal, independientemente de la naturaleza química y biológica de sus descargas. Esto ocasiona la constante descarga de contaminantes al río, y por lo tanto contribuye a la degradación de la cuenca. Esto es posible observarlo desde una perspectiva como la sugerida en el “Plan Maestro de Regeneración Ambiental para la Cuenca del Río Atoyac. Primera Fase: Alto Atoyac”: la limitada asignación de presupuesto a construcción y mantenimiento de infraestructura, el crecimiento desordenado de los asentamientos humanos, el desorden en la regulación de las descargas vertidas al río, entre otras. Como consecuencia, el Municipio no se encuentra en capacidad de proveer la infraestructura necesaria, mientras que lo que si recolecta, al no tener PTAR disponible, lo arroja al afluente.

La existencia de vialidades en buen estado es fundamental para la movilidad entre las diferentes comunidades. Sin embargo, es pertinente mencionar el efecto que la interacción entre los vehículos y las vialidades. Dadas las condiciones actuales de la red vial, es de esperar en un mediano plazo, un deterioro en los vehículos. No sólo porque el parque es viejo (mayor a 15 años en promedio), sino porque el mal estado de las vialidades implican un deterioro de las unidades. Ello obliga a una mayor frecuencia en el servicio de mantenimiento, ya sea por descompostura o por prevención, y por lo tanto impacta en dos factores: por un lado el aumento en el costo de mantenimiento de una unidad, y por otro el aumento de desechos automotrices arrojados al drenaje o al cauce del río.

e. Diagnóstico de la interacción de la oferta-demanda con optimizaciones a lo largo del horizonte de evaluación

Dados los resultados arrojados por los distintos organismos Federales y Estatales, la contaminación del río Atoyac tiene un incremento acelerado en donde deben tomarse medidas que regulen y generen propuestas a las problemáticas existentes.

Para ello es necesario buscar una interacción para poder ofrecer resultados concretos, en donde el “Plan Maestro de Regeneración Ambiental para la Cuenca del Río Atoyac. Primera Fase: Alto Atoyac” estudia las alternativas que podrán intervenir la afluencia de contaminantes hacia el cauce. Por lo tanto como ya se mencionó, la limitada asignación de presupuesto a construcción y mantenimiento de infraestructura, es un factor que emana la mala regulación del gobierno municipal hacia las autoridades correspondientes, ya que la falta de presupuesto ha ocasionado una fuerte limitante en la toma de decisiones, es por eso la búsqueda de rápidas y significativas soluciones que puedan revertir las condiciones actuales.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Surgido del proyecto denominado “Plan Maestro de Regeneración Ambiental para la Cuenca del Río Atoyac. Primera Fase: Alto Atoyac”, elaborado por la Unión Nacional para el Desarrollo Sustentable del Campesino, A.C. (UNDSC), en el cual se propone, además de una metodología desde una visión sistémica que permita identificar, instrumentar e implementar acciones estratégicas de alto impacto en el saneamiento del Río, una serie de acciones específicas para solventar los efectos de las descargas municipales e industriales al cauce del río. Algunas de las soluciones se proponen a continuación como solución a la problemática expuesta en el presente documento.

1.-Drenaje

1.1.- Ramal de aguas residuales domésticas

Engloba la conducción de todo tipo de remanente de agua que tenga que ver con alguna actividad humana, únicamente de procesos naturales biológicos. De esta manera, la materia orgánica presente en los remanentes puede ser tratada por medio de procesos biodegradables.

1.2 Ramal de aguas residuales industriales

Se enfoca en la conducción de todo tipo de remanente de agua, que tenga que ver con alguna actividad industrial o que derivado de sus procesos tenga que ver con la disposición final de algún componente químico, difícil o nulo de degradar de manera natural.

2. Sistema de Alcantarillado Pluvial

2.1 Resumideros Artificiales (Pozos de Absorción)

Sistema de captación de agua pluvial, mediante el cual se consigue realizar el proceso natural de filtración del agua. En un solo depósito de agua se llevan a cabo tres principios presentes en el ciclo hidrológico de la naturaleza: recolección, almacenaje y filtrado del agua.

- Costo Inicial de Inversión: Medio de \$250,000.00 a \$4,500,000.00 de acuerdo a su capacidad.
- Costo de Operación: Nulo
- Costo de Mantenimiento: Bajo de (\$5,000.00 a \$7,000.00 cada 10 años)
- Vida Útil: 40 a 60 años.

3. Infraestructura de Saneamiento

3.1 Fosas Sépticas Secas

Sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes de actividades humanas domésticas mediante el proceso natural biológico de descomposición de materia orgánica. La estabilización de la materia orgánica, en un depósito artificial, propicia condiciones aerobias como anaerobias: en el estrato superior se realiza la degradación aeróbica, mientras que en el estrato inferior se realiza la degradación anaeróbica. Las aguas grises o jabonosas, son separadas y conducidas a un segundo compartimento, en el cual son tratadas de manera natural, degradando los activos jabonosos al retirar el agua por medio de la filtración controlada al subsuelo. La separación de aguas grises y negras se lleva a cabo para no interferir con los procesos biológicos y lodos de oxidación de descomposición.

- Costo Inicial de Inversión: Medio de \$450,000.00 a \$4,500,000.00 de acuerdo a su capacidad.
- Costo de Operación: Nulo.
- Costo de Mantenimiento: Bajo de (\$5,000.00 a \$7,000.00 cada 10 años)
- Vida Útil: 40 a 60 años.

3.2 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Consiste en un conjunto de operaciones físicas, biológicas y químicas, que tienen como finalidad eliminar la mayor cantidad de contaminantes antes de su vertido, de forma que los niveles de contaminación que queden en los efluentes cumplan las normativas existentes y puedan ser asimilados posteriormente de forma natural por los cuerpos receptores.

- Costo Inicial de Inversión: Alto de \$15,000,000.00 a \$50,000,000.00 en adelante, de acuerdo a su capacidad de almacenaje y características especiales en tratamiento.
- Costo de Mantenimiento: Alto de \$160,000.00 a \$500,000.00 en adelante de acuerdo a su capacidad de almacenaje y características especiales en tratamiento.
- Vida Útil: 20 a 25 años.

i. Análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del Proyecto

Con base en el análisis presentado anteriormente se propone que el proyecto de drenaje, alcantarillado y saneamiento logre una cobertura de 100% en el municipio de San Matías Tlalancaleca, Puebla. El servicio se ofertará en un 10% adicional sobre la demanda proyectada (Capítulo IV, inciso e, del presente documento), no solo en la cabecera municipal, sino en las localidades de San Francisco Tláloc, San Antonio Chiautla y Juárez Coronaco. Es importante mencionar que dicho servicio no solo cubrirá las necesidades poblacionales en cuanto a vivienda, sino que también se propone cubrir el 100% de los desechos industriales.

f. Análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del Proyecto

Se sabe que en el año 2050 el municipio San Matías Tlalancaleca, alcanzará una población de 36,948.12 y 8,545.89 viviendas (Proyección estimada con base en el Censo de Población y Vivienda 2010). En cuanto al sector secundario (industria), se cuentan con 14 unidades económicas al año 2017 (SAPD, 2014), previendo el servicio para estas y buscando regular las que se formen en el transcurso de los años, sabiendo que se contará ya con una red que permita a las industrias, descargar sus desechos hacia una planta de tratamiento. Es importante mencionar que sabiendo que dentro del municipio la precipitación anual de 908 mm, también genera una demanda sobre la red y alcantarillado por lo que esta será infiltrada en los mantos acuíferos.

k. Interacción de la oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación
Al ser el municipio de San Matías Tlalancaleca una zona importante por la interacción con el río Atoyac, no solo se busca generar cambios a corto sino a largo plazo, teniendo como meta el 2050. Dichos cambios no solo beneficiarán la salud de la población, sino también la mejora de la calidad de vida en zonas rurales y urbanas. Esto será posible observarlo, gracias a que el proyecto no solo se enfoca en los números que nos arrojan diversas dependencias sino en las proyecciones a 30 años que se han hecho.

RECOMENDACIONES

Es preciso entender que el presente proyecto surge como una serie de acciones estratégicas enumeradas en el Plan Maestro, por lo que es imprescindible que estas acciones se lleven a cabo en su integridad, con la finalidad de subsanar el río.

Con base en el mencionado "Plan Maestro de Regeneración Ambiental para la Cuenca del Río Atoyac. Primera Fase: Alto Atoyac", se proporcionan las siguientes recomendaciones:

Recomendación	Justificación
<p>Actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU).</p>	<p>El crecimiento de los asentamientos humanos en el territorio generan un aumento de demanda de servicios públicos. Entre estos, los asociados a la red de drenaje, alcantarillado y aguas residuales. Es imprescindible regular el crecimiento urbano para evitar usos de suelo no deseados o crecimiento descontrolado que deriva en más descargas ilegales, y en consecuencia mayor contaminantes.</p>
<p>Implementar el cobro de contribuciones, multas, impuestos y otros ingresos derivados de la prestación de servicios públicos, en particular los asociados con la gestión y manejo de aguas residuales.</p>	<p>El costo de mantenimiento de la infraestructura es alto. Por lo que el cobro por el servicio podría solventar un porcentaje de este costo. De esta forma la infraestructura no caería en desuso.</p>
<p>Establecer convenios con municipios aledaños y/o entidades de gobierno para el manejo en conjunto de PTARs.</p>	<p>Los convenios entre municipios facilitarían el uso de infraestructura por medio de colaboración en su operación y mantenimiento. Así mismo permitiría compartir información para poder realizar estrategias y acciones pertinentes.</p>
<p>Sancionar a empresas, industrias o pobladores que no cumplan con pagos, contaminen el río, o violen el PMDU.</p>	<p>Imponer sanciones es una forma de desincentivar las descargas ilegales y el crecimiento urbano irregular. El importe derivado de multas puede ayudar al financiamiento para el mantenimiento de la infraestructura o para acciones futuras.</p>

<p>Crear un fideicomiso donde participen las comunidades, representadas por los Comisariados Ejidales, para operar y dar mantenimiento a las Fosas Sépticas y otros proyectos.</p>	<p>La creación de dicho fideicomiso daría legitimidad a los proyectos, además de transparentar los procesos.</p>
<p>Implementar sistemas que reduzcan los costos de operación de la PTARs.</p>	<p>El mayor impacto al costo de operación de las PTARs es el costo de consumo de energía eléctrica. De tal forma que implementar sistemas fotovoltaicos o eólicos podrían ayudar a disminuir el costo de operación de dicha infraestructura.</p>
<p>Asignar presupuesto específicamente a la operación, desarrollo y mantenimiento de infraestructura asociada al manejo de aguas residuales.</p>	<p>El presupuesto asignado a los municipios es una de las causas por las que dejan de operar los sistemas de gestión de aguas residuales. Establecer una partida presupuestaria para este rubro, aunado al cobro de multas y servicios por parte de los municipios, ayudaría a que toda infraestructura realizada para la gestión, manejo y desarrollo de infraestructura continúe operando.</p>
<p>Establecer normas para la gestión de desechos contaminantes provenientes de talleres vehiculares.</p>	<p>El hecho de que el parque vehicular sea viejo, causado por variables económicas no asociadas a la movilidad, provoca que los desechos asociados a reparaciones de vehículos sean arrojados al drenaje. Dada la estructura del drenaje en el municipio, que es descargado al cauce del río, los desechos, principalmente aceites y fluidos químicos, llegan al río, contaminándolo.</p>
<p>Implementar las demás acciones sugeridas en el "Plan Maestro de Regeneración Ambiental para la Cuenca del Río Atoyac. Primera Fase: Alto Atoyac".</p>	<p>La solución a la problemática del río Atoyac sólo puede ser solucionada en su totalidad si se realizan las acciones en su integridad. El beneficio a largo plazo a la sociedad no sólo es deseable, sino obligado. Y todos los actores deben estar en coordinación para actuar en conjunto: sociedad, gobierno e industria.</p>

CONCLUSIONES

El deterioro del Río Atoyac es evidente. La recomendación emitida por la CNDH instruye a las instituciones a subsanar el Río. Dadas las circunstancias que rodean el problema de contaminación del Río Atoyac, es preciso establecer soluciones de saneamiento en la cuenca que vayan más allá del establecimiento de PTARs o programas que sólo observan el agua como problema constante, sino que sean acciones preventivas, de tal forma que no se contamine el río.. Como menciona Mejía, et al. (Mejía P. de L et al., 2016, p. 28):

“...La degradación de los ríos es un problema complejo que tiene como causa un número amplio de variables y de las cuales se desprenden una diversidad de efectos indeseados ...”

Lo cual implica que las soluciones planteadas en el saneamiento de ríos pueden no tener el impacto deseado. Esto es que las soluciones son temporales: la continuidad de la problemática es prueba de esta suposición. Lo cual lleva a replantear desde las perspectivas ideológicas y metodológicas, hasta las acciones a realizarse para sanear el río. Esto implicaría crear soluciones que trasciendan razonamientos técnicos, institucionales, presupuestales y políticos (Mejía P. de L et al., 2016, p. 29); esto es, una serie de acciones y estrategias que busquen proveer un bienestar social.

Muchas de las acciones de saneamiento se plantean desde metodologías que surgen de un pensamiento tradicional. Observan un problema, deciden una acción, esperan obtener un resultado, y piensan que es el final del asunto (Forrester, 2009). Sin embargo, esta forma de pensamiento lineal sólo permite soluciones a corto plazo, temporales e ineficientes. Además, evitan la capacidad de identificar procesos que generan un impacto indirecto a las problemáticas.

Los sistemas complejos, por otro lado, implican un pensamiento no lineal: una serie de componentes o variables que se interrelacionan. Es decir, acciones que generan futuras acciones (Forrester, 2009), y que conforman una red dinámica y con iteraciones. Esto permite entender componentes que aparentemente no se relacionan con determinadas problemáticas, pero cuyas relaciones en el sistema tienen efectos que, desde una visión tradicional, no serían evidentes.

El análisis de la problemática de ríos contaminados desde una perspectiva sistémica tiene por beneficio:

- 1.- Ser una visión holística de los componentes que pudieran incidir en el problema de la contaminación de los ríos, y que no necesariamente están ligados directamente a los temas hídricos,
- 2.- Entiende el objeto de estudio como un ente vivo, sujeto a un metabolismo natural, establecido por las variables que interactúan en el sistema desde un entendimiento espacial, dinámico, abierto y complejo (Flores, 2015),
- 3.- Observa la forma en que varios componentes se relacionan y tienen un efecto en la contaminación de los ríos, y
- 4.- Permite detectar posibles intervenciones que pudieran generar un mayor impacto, con una menor cantidad de recursos, y con efectos a largo plazo.

Crear una metodología que permita sanear el Río Atoyac, desde una visión de sistemas complejos, como la propuesta en el Plan Maestro, permitirá detectar, ordenar, jerarquizar y proponer acciones y estrategias de alto impacto. Siendo esta metodología un parteaguas para realizar programas de saneamiento de Ríos contaminados, cuyas características sean semejantes a las mostradas en la Cuenca del Río Atoyac.

Las acciones que se proponen en este proyecto, nacidas del análisis metodológico propuesto en el “Plan Maestro de Regeneración Ambiental para la Cuenca del Río Atoyac. Primera Fase: Alto Atoyac”, tienen la finalidad de sanear el río Atoyac, desde la perspectiva de prevención del daño ecológico. Es decir, a diferencia de las soluciones tradicionales, que son de índole correctivo, las soluciones que proponemos tratan prevenir la contaminación del río. Principalmente evitando el contacto directo de las aguas contaminadas con el río. De tal forma que tanto la PTAR como las Fosas Sépticas evitan que los contaminantes lleguen al cauce, teniéndolos y promoviendo su desintegración de forma aislada y segura. El acompañamiento de la red de drenaje que cargue los residuos hacia las fosas y la PTAR es de vital importancia. Puesto que asegura que la descargas llegarán a su origen deseado, evitando la contaminación de tierras y mantos acuíferos.

El agua por naturaleza busca fluir por dónde se ofrezca menos resistencia. En un sistema vial con características de deterioro y ausencia de alcantarillado, como la presentes en las comunidades del municipio de San Matías Tlalancaleca, el agua pluvial fluye a través de estas, causando mayor deterioro. Con ello, no sólo arrastra contaminantes a los afluentes mayores, sino que es desperdiciada. La intención de los Resumideros Artificiales es la captación de agua pluvial para que de forma natural sea filtrada y absorbida por el subsuelo, y consecuentemente confluya con el cauce principal del río. De esta forma, se evita que el agua pluvial corra por las calles deteriorándolas y llevándose contaminantes hacia el cauce principal.

Lo que debe entenderse en torno a las propuestas es que, dada la metodología utilizada, se comprende un río cuya naturaleza primera no es la de un estado constante de contaminación, sino la de un río sin contaminantes. De ahí que se entienda que la problemática del río no es el río en sí, sino los agentes, fenómenos, acciones, procesos y actitudes que se vierten hacia el río, y que causan su deterioro ambiental.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- CNDH. (2017). Recomendación No 10/2017. Ciudad de México:
- CONAGUA. (2008). Clasificación de Cuerpos de Aguas Nacionales. Ríos Atoyac y Zahuapan (Puebla-Tlaxcala). Ciudad de México
- CONAGUA. (2016). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado. Ciudad de México.
- CONAGUA. (2017). Resúmenes Mensuales de Temperaturas y Lluvias. Consultado el 28 de noviembre de 2017. Encontrado en: <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Flores, L. M. (2015). Introducción a los ecosistemas urbanos. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana.
- Flores, M. (2017). Planta de tratamiento en Texmelucan iniciará operaciones en Agosto. Periódico Síntesis. Encontrado en: <https://www.sintesis.mx/2017/04/03/planta-tratamiento-en-texmelucan-iniciara-operaciones-en-agosto>
- Forrester, J. W. (2009). Some basic concepts in system dynamics. Massachusetts: Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.
- Ley de Aguas Nacionales.
- Ley de Aguas y Saneamiento del Estado de Puebla.
- Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- López T., V. H., & Medrano R., E. (2017) Plan Maestro de regeneración ambiental para la cuenca del río Atoyac. Primera Fase: Alto Atoyac. Ciudad de México.
- Mejía P. de L, A., Ortiz E., B., & Sánchez C., L. F. (2016). Diagnóstico para la formulación del plan rector para la restauración del Río Atoyac. En: Terras, P. (2012). Ríos tóxicos. Encontrado en: http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2012/Rios_Toxicos.pdf
- Morales N., J. A., Rodríguez T., L., & Torres A., F. (2016). Modelo de contaminación del río Atoyac e incidencia de enfermedades en la región Puebla – Tlaxcala en Tecnología y Ciencias del Agua, III, 143-151.
- Norma Mexicana NMX-AA-003-1980.
- Presupuesto de egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2017.