

XII Simposio Iberoamericano sobre planificación de sistemas de abastecimiento y drenaje

“TRABAJOS PREVENTIVOS PARA EVITAR LA INUNDACIÓN DEL CENTRO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN A CAUSA DE TAPONAMIENTOS POR BASURA DEL CAUCE DEL RÍO GUAN”

Edgar Antúnez Leyva (1), Martha Patricia Hansen Rodríguez (2), Juan Maldonado Silvestre (3)

(1) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Subcoordinación de Hidráulica Urbana, Paseo Cuauhnáhuac No. 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos, México. C.P. 62550. Tel: (52) 777 329 36 78, eantunez@tlaloc.imta.mx

(2) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), phansen@tlalo.imta.mx

(3) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), jmaldon@tlaloc.imta.mx

RESUMEN

El crecimiento demográfico y la falta de planeación de la infraestructura para brindar los servicios básicos de agua potable y saneamiento es una de las causas principales de contaminación hacia el Lago de Pátzcuaro. En el presente artículo se describen tres acciones prácticas para disminuir la contaminación del Río Guan y del propio Lago; al no existir la infraestructura adecuada de saneamiento (recolección, conducción, tratamiento y disposición) la población descarga de manera directa las aguas residuales y basura hacia el cauce del Río Guan, generando con ello focos de infección, propagación de plagas, taponamientos, reducción del cauce e inundaciones; todos ellos aspectos desagradable para los propios habitantes locales y los visitantes.

Palabras claves: Saneamiento, Aguas residuales, Inundación, Cauce del río, Foco de infección.

ABSTRACT

The demographic growth and lack of infrastructure planning to provide the basic water and sanitation services is a major cause of pollution to Lake Pátzcuaro. This article describes three practical actions to reduce pollution in Guan River and the Lake itself; due to the lack of adequate sanitation infrastructure (collection, handling, treatment and disposal) causes that the population directly discharge sewage and garbage into the channel of the Guan River, generating with it areas of infection, spread of pests, clogging, reducing the channel and flooding, all of them unpleasant aspects to their own locals and visitors.

Key words: Sanitation, Discharge sewage, Flooding, Channel of the river, Areas of infection,

SOBRE EL AUTOR PRINCIPAL

Edgar Antúnez Leyva: Nacido en Teloloapan Guerrero, México el 17 de enero de 1971.

Educación: Ingeniero Electromecánico, Instituto Tecnológico de Zacatepec, Morelos, México; Maestro en Ingeniería (Hidráulica), Universidad Nacional Autónoma de México.

Experiencia laboral: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Especialista en hidráulica, 2002 a la fecha
Líneas de investigación: Desarrollo de estructuras de control para flujo a superficie libre; Microgeneración de energía eléctrica en canales abiertos; DIP a Organismos Operadores de agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento; Sectorización de las redes de agua potable, recuperación de caudales y uso eficiente del agua en ciudades; Programa para la recuperación ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro.

Publicaciones y conferencias: Ha participado y asistido a 19 Congresos relacionados con el sector hidráulico. Ha publicado 7 artículos en Congresos Nacionales, 15 Internacional, 11 como autor y 11 como co-autor, 10 ponencias y 12 Informes técnicos de proyectos en el IMTA, 5 revistas nacionales.

prehispánicas, es considerada como una de las regiones más emblemáticas de México.

Tabla 1. Municipios ribereños del Lago de Pátzcuaro.

Municipio	Habitantes	Porcentaje
Pátzcuaro	87,794	62.05%
Quiroga	25,592	18.09%
Erongarícuaro	14,555	10.29%
Tzintzuntzan	13,556	9.58%
	141,497	100.00%

INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

El río Guan se origina al sureste de la ciudad de Pátzcuaro, en la meseta de San José. Su trayectoria es de aproximadamente 7.5 kilómetros hacia el norte, cruzando la mancha urbana de la localidad de Pátzcuaro, hasta su desembocadura en el lago. Su microcuenca de captación tiene un área aproximada de 25 kilómetros cuadrados, comprendida totalmente dentro del municipio de Pátzcuaro. En la figura 2, se muestra el río Guan, y se puede observar el crecimiento de la mancha urbana hacia la zona Este y Sur de la ciudad de Pátzcuaro.



Figura 2.- Hidrografía de la microcuenca del río Guan.

Problemática detectada de Saneamiento

Las descargas de aguas residuales que recibe el lago sin tratar provenientes de por lo menos 15 sitios, incluyendo Pátzcuaro y Quiroga (con mayor concentración de la población) y la contaminación difusa de toda la ribera del lago, aportan una gran

cantidad de contaminantes por carga orgánica y altas concentraciones de nutrientes en lugares puntuales, así como el abatimiento del nivel de oxígeno disuelto en algunas zonas específicas al lago.

El problema general de saneamiento es sin duda la contaminación del Río Guan, debido a que la población descarga de manera directa las aguas residuales y basura hacia el cauce del río, generando focos de infección y aspecto desagradable para los habitantes locales y los visitantes.

Los principales problemas detectados se enuncian a continuación:

- Asentamientos humanos sobre el propio cauce.
- Descargas de agua residuales sin ningún tipo de tratamiento.
- Descarga de residuos sólidos y propagación de plagas.
- Reducción de área hidráulica y taponamiento, provocando inundaciones (ver fotografía 1).
- Encharcamiento, malos olores y focos de infección.
- Insuficiente infraestructura (captación, conducción y tratamiento) para saneamiento de aguas residuales.
- Falta de programas de concientización ambiental hacia la población.
- Falta de autoridad para castigar a quienes no respeten las leyes ambientales.



Fotografía 1.- Taponamiento en secciones del río e inundaciones en zonas bajas.

Acciones preventivas realizadas para evitar inundaciones.

Para contribuir a disminuir el problema ambiental, se realizaron las siguientes tres acciones concretas:

- Interconectar descargas prioritarias que descargan al río hacia el colector encofrado

existente, a fin de incrementar los volúmenes conducidos que abastecen a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de San Pedrito con capacidad de 100 l/s.

- Mantenimiento correctivo a los equipos de fuerza de los diversos módulos de la PTAR San Pedrito a fin de operar a capacidad plena, dado que se operaba al 40% de su capacidad.
- Desyerbe y limpieza en las laderas, como en el cauce y sitios especiales, en el río Guan a lo largo de 6.6 km., a fin de evitar taponamientos e inundaciones.

Desarrollo de las acciones preventivas.

En la primera acción se elaboró un levantamiento topográfico del cauce del Río en aproximadamente 7.6 km (se cuenta con plano general, planos de secciones transversales y de perfil a detalle, todos en plataforma AutoCAD), se identificaron y especifican 27 sitios especiales (puentes, alcantarillas y confluencias), se ubicaron 251 descargas de aguas residuales a cielo abierto (fotografía 2) sobre el cauce del río Guan y se jerarquizaron por el volumen vertido al cauce.



Fotografía 2.- Descargas de aguas residuales domiciliarias al cauce del río.

Se identificó colector de 24" y 30" de diámetro encofrado de aproximadamente 2.6 km que conduce una parte del caudal hacia la PTAR de San Pedrito. Con base en estos trabajos se seleccionó y realizó la interconexión hacia el colector encofrado de 9 descargas prioritarias de agua residual, incrementando con ello el volumen conducido hacia la PTAR de San Pedrito, incrementando de 40 a 100 l/s, aprovechando así la capacidad plena de la PTAR.

La siguiente figura 3 muestra parte de la trayectoria del río Guan y la ubicación de las descargas

seleccionadas como prioritarias para interconectarse al colector encofrado.

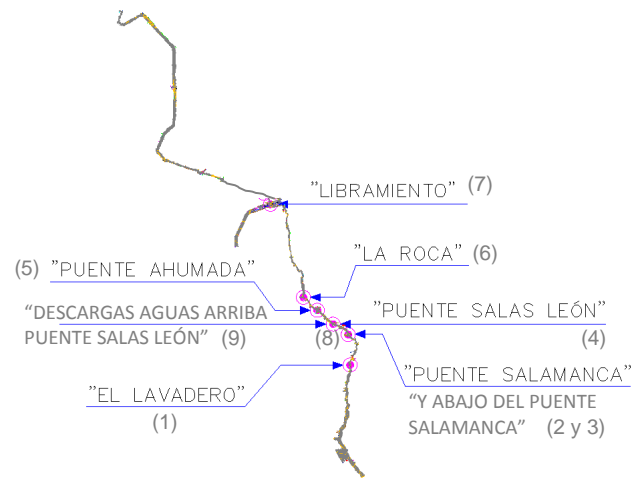


Figura 3.- Sitios seleccionados para interconectar descargas prioritarias.

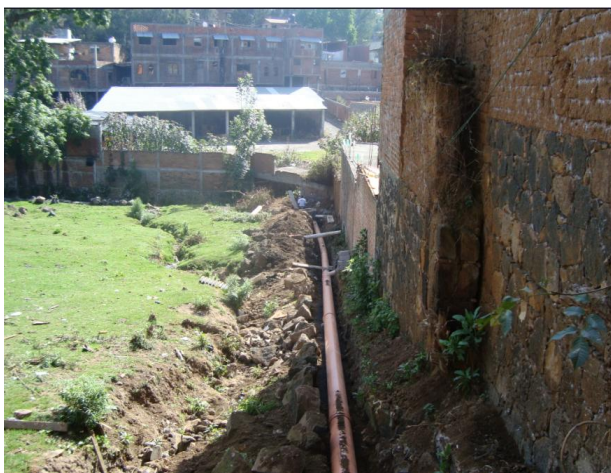
La aportación de los caudales interconectados al colector encofrado del Río Guan de las nueve descargas fue de aproximadamente 76 l/s. La siguiente tabla 2 indica las aportaciones de cada interconexión realizada. La fotografía 3 muestra el antes y el después de una de las descargas interconectadas.

Tabla 2. Aportación por descarga interconectada al colector del río Guan.

No.	Nombre del sitio	Aportación (l/s)
1	El lavadero o caja recolectora.	15
2 y 3	Puente Salamanca, Calle Benigno Serrato y bajo el puente Salamanca.	10
4	Puente Salas León.	4
5	Puente Ahumada.	4
6	La Roca.	5
7	Colector en el libramiento a Santa Clara del Cobre.	27
8	Atarjeas con descarga al arroyo que pasa frente a la casa del sr. Gonzalo.	8
9	Atarjeas con descarga al río Guan aguas arriba de la calle Salas León.	3
	TOTAL	76

En la segunda acción, primeramente se identificó como causa principal de contaminación hacia el Lago de Pátzcuaro debida a deficiencias operativas y económicas por parte de la PTAR San Pedrito, la cual no opera a plena capacidad por el alto porcentaje de equipos de fuerza (motores) fuera de operación.

La Planta de Tratamiento de San Pedrito inició su construcción en el año 2000 e inicio operaciones en el año 2004. La PTAR se ubica al noroeste de la ciudad de Pátzcuaro en la margen izquierda del río Guan, a la altura del muelle San Pedrito. El agua proviene del río Guan. El tratamiento se realiza mediante lodos activados modalidad convencional. Se tienen dos módulos de 50 l/s de capacidad.



Fotografía 3.- Sitio "La Roca" Arriba se muestra el Antes y abajo el después de los trabajos.

La PTAR San Pedrito cuenta con un taller de mantenimiento menor donde se realizan actividades como cambio de baleros y sellos mecánicos, barnizado de estatores, engrasado, armado, pintura y pruebas en vacío, así como mantenimiento de bombas y válvulas, además se realiza la instalación, anclaje y nivelación de los equipos, siempre y cuando los problemas puedan solucionarse con la escasa herramientas con que cuenta el taller, problemas mayores en los equipos son enviados a talleres externos. La siguiente figura 4 muestra un croquis con los módulos que integran la PTAR, así como la ubicación de algunos de los motores por módulo.

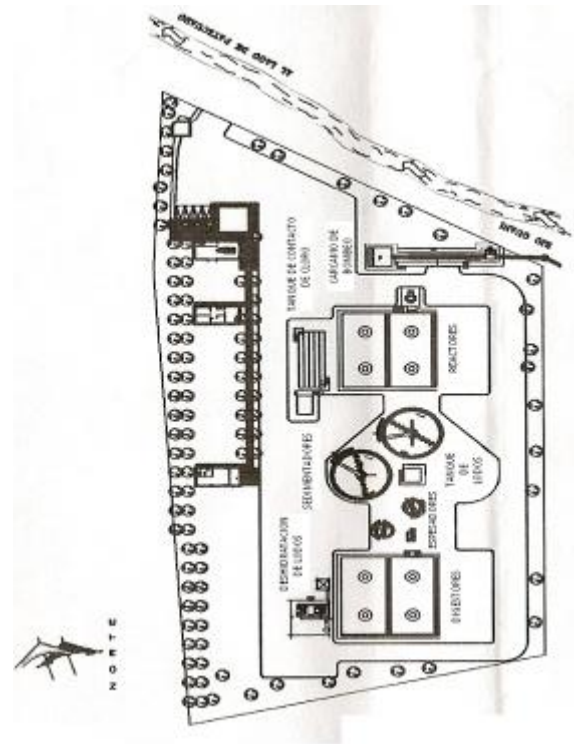


Figura 4.- Localización de los módulos que integran la PTAR de San Pedrito.

Paralelamente a la primera acción se realizó mantenimiento preventivo y reparación mayor a los siguientes equipos de la PTAR San Pedrito:

- 2 Bombas sumergibles de 0.5 Hp (Drenaje Interno).
- 3 Bombas sumergibles de 7.5 Hp (Cárcamo de Bombeo).
- 4 Motores de 40 Hp (Reactores Biológicos).
- 2 Motores de 0.5 Hp (Clarificadores Secundarios).
- 3 Bombas sumergibles de 5 HP (Recirculación de Lodos).
- 2 Motores de 0.5 Hp (Espesadores de Lodos).
- 2 Bombas de cavidad interna de 3 Hp (Lodos de Espesador a Digestor).
- 4 Motores de 25 Hp (Digestores Aerobios).
- 2 Bombas de cavidad interna de 3 Hp (Lodos de Digestor a Filtro Banda).
- 2 Motores de 3 Hp (Accionamiento del Filtro Banda).

La siguiente fotografía 4 muestra al personal de la propia planta de tratamiento de aguas residuales realizando acciones de mantenimiento preventivo a equipos diversos que mantienen en operación los diferentes módulos de la PTAR.



Fotografía 4.- Traslado de motor eléctrico para efectuar mantenimiento correctivo.

Finalmente la tercera acción se avocó a trabajos de desyerbe y limpieza en las laderas, como en el cauce y 19 sitios especiales, en el río Guan a lo largo de 6.6 km; integrado a estos trabajos se realizó una campaña de concientización ambiental a la población en general, para rescatar los cuerpos de agua de la localidad y como prioridad el río Guan; la campaña consistió en la difusión en diferentes medios como la radio, perifoneo, pinta de bardas y trípticos, así como haciendo partícipe a la propia población en la limpieza del cauce del río Guan.

Como ya se mencionó anteriormente, en el mes de septiembre del año 2010 las lluvias atípicas provocaron en Pátzcuaro inundaciones en zonas bajas como en las colonias Centro, Revolución, La Joya y Los Reyes. También como ya se mencionó los factores predominantes que fueron causa principal de la inundación fue la gran cantidad de basura, desechos sólidos y troncos que fluían sobre el río Guan ocasionando taponamientos y desborde del río. La siguiente fotografía 5 muestra la evidencia de inundación en calle Buenaventura en el Centro de Pátzcuaro.



Fotografía 5.- Calle Buenaventura inundada.

Atendiendo la solicitud del OOAPAS Pátzcuaro en el mes de septiembre de 2011 IMTA inicia los trabajos de Desyerbe y limpieza en las laderas, como en el cauce y 19 sitios especiales, en el río Guan a lo largo de 6.6 km; concluyéndose en el mes de octubre. A continuación se describen las acciones aquí realizadas:

- **Desyerbe y recolección de basura:** Se realizó el desyerbe, desmonte, desenraice y limpieza de material vegetal a lo largo de 6.64 km del Río Guan (laderas y cauce), así como recolección de la basura encontrada; mediante medios manuales, herramienta menor y equipamiento manual. Incluyó chaponeo y retiro de material fuera del lugar de los trabajos para su posterior acarreo fuera de la obra; separación del material en producto vegetal y basura; mano de obra, herramienta y equipo.
- **Limpieza del Colector encofrado:** Consistió en el desazolve a la entrada del colector encofrado (ubicado en la 1+320). Incluyó retiro de material fuera del lugar de los trabajos y su depósito en la zona autorizada por el Municipio; mano de obra, herramienta y equipo.
- **Limpieza en Sitios especiales:** Se limpiaron 19 estructuras especiales (puentes, alcantarillas, entre otros), ubicadas lo largo del Río. Incluyó: retiro de material fuera del lugar de los trabajos para su posterior acarreo fuera de la obra; mano de obra, herramienta y equipo
- **Acarreo del material producto del desyerbe, basura y desazolve al primer Km.** En camión de volteo, descarga a volteo en zona autorizada por el municipio.
- **Acarreo del material a kilómetros subsecuentes al 1ero.;** del material producto del desyerbe, basura y desazolve, en camino de zona urbana tránsito normal. Hasta zona autorizada por el municipio.

- **Depósito** del material en el sitio autorizado por el municipio.

Los trabajos de desyerbe, desmonte, desenraice y limpieza de material vegetal se realizó mediante medios manuales, herramienta menor y equipamiento manual. Se utilizó maquinaria pesada en sitios donde se tenía el acceso para ello a fin de facilitar el trabajo. Esta actividad no altero la sección natural del río. La limpieza de la basura acumulada por el arrastre en el cauce del río, así como la basura depositada en las laderas del río fue retirada al sitio autorizado por el municipio para su depósito, cabe

mencionar que tanto el material vegetal como la basura se manejaron por separado.

Para evitar inundaciones en las zonas bajas de la localidad se jerarquizaron 19 sitios especiales (puentes, alcantarillas, confluencias, entre otros), los cuales se desazolvaron y limpiaron para evitar los taponamientos que evitan que el agua de lluvia fluya libremente por el río. El siguiente bloque de fotografías 6 y 7 muestran el antes y después de haber realizados los trabajos de desazolve y limpieza de laderas de algunos sitios seleccionados.



Antes: (Sitio conocido como Muelle San Pedrito. Hacia la PTAR San Pedrito) Después.



Antes: (Sitio conocido como el cortijo. Calle Álvaro Obregón, lado derecho) Después.



Antes: (Sitio conocido como el cortijo. Calle Álvaro Obregón, lado izquierdo) Después.

Fotografía 6.- Desyerbe y limpieza en las laderas, como en el cauce y sitios especiales, en el Río Guan. Tres primeros kilómetros.



Antes: (Sitio conocido como Del Sauz. Privada del Sauz entrando por Álvaro Obregón) Después.



Antes: (Sitio conocido como El Salto. Privada El Salto entrando por Av. Lázaro Cárdenas) Después.



Antes: (Sitio conocido como Puente Benigno Serrato. Calle Benigno Serrato) Después.

Fotografía 7.- Desyerbe y limpieza en las laderas, como en el cauce y sitios especiales, en el Río Guan. Últimos tres kilómetros.

CONCLUSIONES

En gran parte la problemática de la basura en el cauce del río Guan se debe a la falta de una visión y actitud ambiental responsable, siendo necesaria la implementación de un programa urgente de educación ambiental, con énfasis en las colonias que colindan con el cauce y sus afluentes. Asimismo es necesario que el municipio mejore los servicios de recolección, transporte y disposición final de la basura.

La interconexión de nueve descargas sanitarias hacia el colector encofrado incremento el caudal de conducción hacia la PTAR San Pedrito y con ello se aprovecha la capacidad plena de la propia PTAR, se conducían y trataban alrededor de 40 l/s, actualmente se sanean aproximadamente 100 l/s, volumen que recibe directamente el cuerpo receptor del Lago de Pátzcuaro. Se minimizo el caudal de aguas residuales al cauce del río y con ello malos olores y focos de infección.

Referente a la PTAR San Pedrito; se dio solución a otra de las limitantes que padecía, debido a la falta de recursos económicos, provocando inoperatividad en más del 50% de sus equipos de fuerza (motores); se realizó mantenimiento correctivo, preventivo y mayor a cerca de 36 elementos que operan dentro de los diferentes módulos de la PTAR. Con ello se tratan alrededor de los 100 l/s.

Se realizó el desyerbe y limpieza en las laderas, como en el cauce y 19 sitios especiales, en el río Guan a lo largo de 6.6 km. Con ello IMTA atendió la solicitud de apoyo a petición del Municipio a través del Organismo Operador, se previeron y evitaron posibles inundaciones, se mejoró la imagen del Río Guan ante la propia ciudadanía local como los visitantes.

Las dependencias competentes CNA, PROFEPA, SUMA, Municipio, deberán implementar un programa de vigilancia en la microcuenca para corroborar el cumplimiento de la legislación ambiental vigente: Ley de Aguas Nacionales; Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; Ley del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente del Estado de Michoacán. Quienes no cumplan que sean sancionados con las leyes en vigor.

Finalmente con los resultados obtenidos de estas acciones se pretende gestionar los recursos federales necesarios para ejecutar de forma anual las acciones que garanticen la disminución de la contaminación del río Guan y a su vez del Lago de Pátzcuaro, Michoacán.

BIBLIOGRAFÍA

Muñoz, M. A., Camino Z. A. (2004) Plan estratégico de acciones para la recuperación del Lago de Pátzcuaro: Recurso Agua. Jiutepec, Morelos, México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Antúnez, L. E; Maldonado, S. J; Álvarez A. L. R. Hansen, R. M. P; (2010). Sustentabilidad de los OOAPAS ribereños. Acciones de interconexión de descargas prioritarias al colector del Río Guan. Jiutepec, Morelos, México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Antúnez, L. E; Hansen, R. M. P. Serra, M. M. (2012) Sustentabilidad de los OOAPAS ribereños. Desyerbe y limpieza en las laderas, como en el cauce y sitios especiales, en el río Guan a lo largo de 6.6 km. Jiutepec, Morelos, México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Antúnez, L. E; Hansen, R. M. P. Serra, M. M. (2012) Sustentabilidad de los OOAPAS ribereños. Mejoramiento de las Plantas de Tratamiento de Agua Residuales (PTAR) Las Garzas y San Pedrito. Jiutepec, Morelos, México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).