



EVALUACIÓN ANALÍTICA DEL RÍO TOMATALY DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES QUE LLEGAN A LA LAGUNA DE TUXPAN, GRO

Ana Cecilia Tomasini Ortiz¹; Edson Baltazar Estrada Arriaga¹

¹Subcoordinación de Tratamiento de Aguas Residuales, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Email: atomasini@tlaloc.imta.mx.

RESUMEN

El poblado de Tuxpan se encuentra cinco kilómetros al este de la ciudad de Iguala, Gro. La Laguna de Tuxpan es el principal cuerpo de agua de la zona. Se localiza en las coordenadas 18°20'57"N-99°28'43"O a una altitud de 757 msnm. La contaminación de la laguna es generada por diferentes actividades de la misma población, así como, por las aguas negras de la Colonia El Tomatal, que llegan a la laguna por medio del río El Tomatal. El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua realizó la identificación, aforó y caracterizó cinco puntos de muestreo en el trayecto del río Tomatal y tres descargas de agua residual en la colonia El Tomatal. El río Tomatal a pesar de su grado de contaminación, se encuentra "ACEPTABLE", de acuerdo al índice de calidad del agua. Las tres descargas identificadas, en general incumplen con los parámetros de grasas y aceites, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales y coliformes fecales con respecto a los límites máximos permisibles de la NOM-001- SEMARNAT-1996 y la Ley Federal de Derechos. Se propone para ambas localidades, la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales descentralizadas y una red de alcantarillado para la conducción a dichas plantas. Como una segunda opción, la construcción de una red de alcantarillado, para que las aguas residuales generadas, sean conducidas para su tratamiento a la PTAR Iguala Gro.

Palabras Clave: Aguas residuales, Alcantarillado, Contaminantes, Índice de calidad del agua, Límite máximo permisible.

ANALYTICAL EVALUATION TOMATAL RIVER AND WASTEWATER DISCHARGE MUNICIPAL ARRIVING AT THE LAGOON OF TUXPAN, GRO



ABSTRACT

Tuxpan town is located five kilometers east from the city of Iguala, Gro. The also named Tuxpan Lagoon is the main water body in the area. It is located at coordinates 18° 20' 57"N-99° 28' 43"W and altitude of 757 msl. The lagoon pollution is generated by the activity of surrounding communities, as well as wastewater from the Tomatal community, discharged through The Tomatal River. The Mexican Institute of Water Technology performed the identification, capacity and characterization of five sampling points in the Tomatal River course and three wastewater discharges directly in the El Tomatal Lagoon. The Tomatal River despite its pollution grade is "acceptable", according to the water quality index. The three sampled discharges generally fail to meet the fats and oils, chemical oxygen demand, total suspended solids and fecal coliform parameters respect to the maximum permissible limits of NOM-001-SEMARNAT-1996 and the "Federal Rights Law". It is proposed the construction of a decentralized wastewater treatment plants (WWTP), for both locations, and a sewerage system to conduce the polluted water to such plants. As a second option, is suggested the construction of a sewerage system to transport the generated wastewater, to be treated at the Iguala Gro. WWTP.

Keywords: Maximum permissible limits, Pollution, Sewerage system, Wastewater, Water quality index.

1 Introducción

El poblado de Tuxpan se encuentra a una distancia de cinco kilómetros al este de la ciudad de Iguala de la Independencia. La Laguna de Tuxpan (Fig 1) es el principal cuerpo de agua de la zona y constituye uno de los destinos turísticos, deportivos y de recreo local. Se encuentra localizada en las coordenadas geográficas 18°20'57"N 99°28'43"O y a una altitud de 757 metros sobre el nivel del mar. Su principal vía de comunicación es la carretera estatal Iguala-Tuxpan, la Autopista del Sol pasa junto a la laguna . Tuxpan cuenta con una población rural total de 2,086 habitantes (993 son hombres y 1,093 son mujeres; Inegi 2010). En esta población sólo algunos pobladores cuentan con red de agua potable y otros no. Casi la mayoría cuentan con pozos propios de donde extraen el agua y cuentan con fosas sépticas en algunas casas.

Fig 1. Ubicación de Tuxpan, Gro., Colonia El Tomatal, Río Tomatal y Presa Valerio Trujano



La Laguna de Tuxpan mide 3 km de largo por 1 km de ancho. Es un lago con poca vegetación y fauna. Algunos patos, gaviotas y tortugas aún se dejan ver con más frecuencia sobre la laguna, la poca vegetación y fauna acuática ha sido uno de los tantos problemas que ha acarreado la contaminación. Anualmente se realiza el Torneo acuático "Nauticopa". El clima es seco. En el poblado la vegetación está constituida por arbustos de buganvilia, huertas de mango y ciruela. Las principales actividades económicas están dirigidas hacia la pesca y el comercio del mango (exportación a Estados Unidos). La contaminación de la laguna, es generada en parte por los desechos de basura y las actividades agropecuarias; así como la utilización del agua de la laguna para el lavado de ropa, de carros y por los animales domésticos y ganado. Otras fuentes de contaminación son las aguas negras de la Colonia El Tomatal, que desembocan a la laguna, por medio del río El Tomatal.

El Comité Pro defensa de la Laguna y Ecosistema de Tuxpan ha tratado de mantenerlo como la alternativa turística de Iguala, por la zona restaurantera y balnearios ahí ubicados; en un primer intento por concretar el proyecto ecoturístico (De la O, 2008). El mismo comité indicó que aunque no cuentan con un estudio actualizado sobre la contaminación de la laguna, resultan evidentes las afectaciones. Uno de los principales problemas es que los residuos y materiales que son arrastrados, han ocasionado que se hayan secado 129 hectáreas de la laguna de Tuxpan y perdido dos terceras partes de capacidad de captación en más de 380 hectáreas de la laguna (Salgado-Urióstegui, 2013).

Los azolves de las barrancas que rodean la laguna han sido su principal fuente de contaminación en la laguna de Tuxpan por los escurrimientos de las barrancas del Tomatal, Tepetates y Platanillo. Además, se maneja que la desviación de la corriente de la presa Valerio Trujano y del río San Juan, ha causado que el

asolvamiento del río se uniera con las aguas de la laguna, principalmente en la parte sur y taponara sus manantiales, lo que origina que varias especies animales y vegetales estén en proceso de desaparición. Con la participación de la población lograron que directivos de la cárcel (El CERESO) de Tuxpan construyeran una cisterna para evitar que las heces fecales llegaran a la laguna (Martínez, 2008).

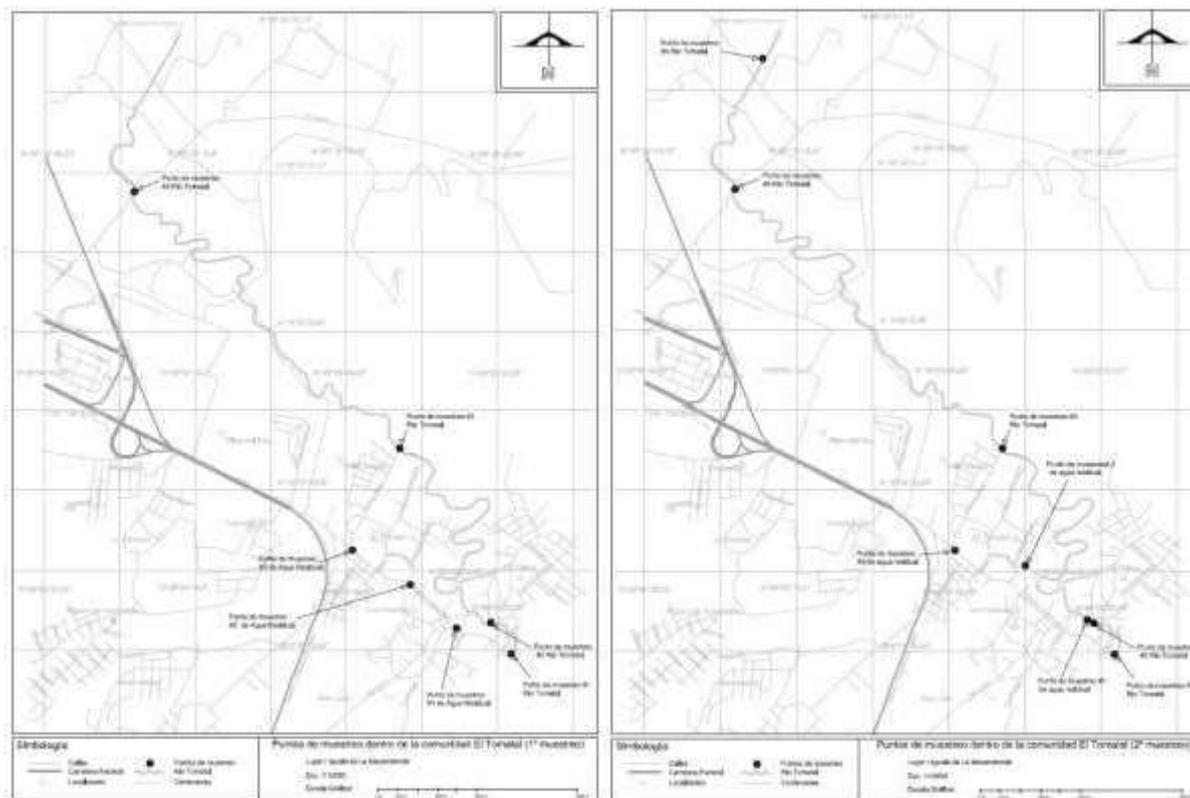
El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) estuvo llevando a cabo el estudio de “Identificación de las causas de contaminación ambiental en el lago de Tuxpan y río Tomatal, Guerrero y propuestas para el tratamiento de las aguas residuales descargadas en ella y sus afluentes”. El estudio que se presenta formó parte de este proyecto. Este trabajo tuvo como objetivo la identificación, aforo y caracterización del río Tomatal y de las descargas que llegan al río Tomatal

2 Métodos

Para la identificación de los puntos de muestreo en el río y de las descargas que llegan a él, se realizó un recorrido desde el Rancho del Cura, colonia El Tomatal y el poblado de Tuxpan. Para tal efecto se tomaron las coordenadas de la ubicación de dichos puntos con un equipo de geoposicionamiento satelital (GPS).

Durante estos recorridos, se ubicaron cinco puntos sobre el cauce del río Tomatal y tres descargas de aguas residuales que colectan prácticamente todas las descargas de la colonia El Tomatal, las cuales son vertidas hacia el río Tomatal y posteriormente vertidos en la laguna. Los puntos del cauce del río y las descargas identificadas, fueron caracterizados en dos muestreos de 24 horas, uno en tiempo de secas y otro en lluvias, de acuerdo a la metodología descrita en la Nom-001-Semarna-1996, adicionando el análisis de demanda química de oxígeno (DQO). (Figura 2).

Fig 2. Puntos de muestreo en tiempos de lluvia (a la izquierda) y puntos de muestreo en tiempos de seca (a la derecha)



Las coordenadas y la altitud de cada uno de los puntos de muestreo durante el tiempo de lluvias y secas se muestra en la Tabla 1.

Tab. 1: Coordenadas geográficas y altitud de los puntos de muestreo durante las épocas de lluvias y secas.

Identificación de los Puntos de Muestreo	Primer Muestreo Lluvias		Segundo Muestreo Secas		Altitud (msnm)
	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Geográficas		
	Latitud N	Longitud O	Latitud N	Longitud O	
Río Tomatal 1	18°19'12.6"	99°29'20.5"	18°19'12.6"	99°29'20.5"	798
Río Tomatal 2	18°19'17.9"	99°29'24.7"	18°19'17.9"	99°29'24.7"	785
Río Tomatal 3	18°19'46.1"	99°29'39.5"	18°19'46.1"	99°29'39.5"	780
Río Tomatal 4	18°20'28.0"	99°30'24.8"	18°20'28.0"	99°30'24.8"	767
Río Tomatal 5			18°20'49.23"	99°30'20.22"	760
Descarga 1 Río Tomatal	18°19'17"	99°29'30"	18°19'18.01"	99°29'25.46"	797
Descarga 2 Río Tomatal	18°19'16.4"	99°29'37.9"	18°19'27.29"	99°29'35.77"	797
Descarga 3 Río Tomatal	18°19'24"	99°29'38"	18°19'30"	99°29'48.0"	804

Los métodos de aforo se realizaron por área y velocidad. Se utilizó el medidor marca “Marsh-McBirney Flo-Mate”.

Los resultados de los análisis del río Tomatal se compararon de acuerdo al índice de calidad de agua para aguas superficiales emitidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2013) y las descargas de aguas residuales se compararon con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

3 Resultados y discusión

Caracterización del Río Tomatal

Se identificaron cinco puntos de muestreo en el trayecto del río Tomatal, cuyos resultados de las mediciones de campo, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, se muestran en la Tabla 2.

Tab. 2. Resultados de los parámetros de campo y de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los muestreos en lluvias y secas en los puntos del Río Tomatal.

Parámetros de Campo	Primer Muestreo Lluvias				Segundo Muestreo Secas				
	Río Tomatal 1	Río Tomatal 2	Río Tomatal 3	Río Tomatal 4	Río Tomatal 1	Río Tomatal 2	Río Tomatal 3	Río Tomatal 4	Río Tomatal 5
T°C	26.63	26.78	27.48	26.53	22.06	22.33	22.06	21.61	21.18
Ubidades pH	7.98	7.95	8.00	7.94	7.39	7.46	7.82	7.46	7.41
CE (µS/cm)	203.50	202.50	222.25	245.25	344.00	205.00	203.00	271.25	289.25
Q (L/s)	230	280	318	361	551.7	587.9	605	536.1	186.1
MF (presente/ausente)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Parámetros Físico-químicos									
GyA mg/L	<2.73	12.46	16.47	6.43	9.24	14.19	<8.56	<8.56	13.31
DBO5 mg/L	2.5	2.27	3.9	3.4	1.9	1.8	2.6	2.8	2.6
DQO mg/L	31.3	34.4	62.8	32.1	15.9	27.2	12.8	16.6	24.7
Ssed mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	<0.5	<0.5
SST mg/L	198	132	178	98	452	510	471	53	45
Nt mg/L	2.6	3.8	2.82	3.13	2.33	3.01	2.58	2.66	4.24
Pt mg/L	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	0.48	<0.39	<0.39	0.56	<0.39
Parámetros Microbiológicos									
CT (NMP/100 mL)	2.16E+04	1.74E+04	7.69E+04	1.80E+05	5.80E+03	7.05E+03	3.08E+04	1.06E+05	9.17E+04
CF (NMP/100 mL)	1.41E+03	4.13E+02	7.43E+03	5.17E+04	4.19E+02	1.03E+03	2.65E+02	1.57E+03	1.54E+03
HH (L)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Las mediciones de los parámetros de campo en el río Tomatal durante las épocas de lluvia y secas, no tuvieron variaciones significativas de una época a otra, en ninguno de estos parámetros. Sin embargo en la medición promedio del gasto (Q) que fue de 297.25 L/s en lluvias y 493.36 L/s, en secas, donde se incrementó casi el doble, con referencia a la época de lluvias. Esto se debió a que aguas de la presa Valerio Trujano fueron descargadas hacia el río para desfogar dicha presa.

De acuerdo al Índice de Calidad de Agua (Conagua 2013), en el muestreo en la temporada de lluvias, el promedio de los cuatro puntos de muestreo en el río Tomatal, la calidad del río fue para coliformes fecales (CF) 3,970 NMP/100 mL, con calidad “CONTAMINADA (1,000 < CF ≤ 10,000 NMP/100 mL)”;

para la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) fue de 3.02 mg/L, siendo la calidad “BUENA CALIDAD (3 < DBO5 ≤ 6 mg/L)”;

la demanda química de oxígeno (DQO) presentó 40.15 mg/L, la calidad es “CONTAMINADA (40 < DQO ≤ 200 mg/L)”;

para los sólidos suspendidos totales (SST), 151.50 mg/L, la calidad es “CONTAMINADA (150 < SST ≤ 400 mg/L)”.

Para el muestreo en la temporada de secas, el promedio de los cinco puntos de muestreo en el río Tomatal, la calidad del agua fue para CF de 773 NMP/100 mL “ACEPTABLE (200 < CF ≤ 1,000 NMP/100 mL)”;

DBO5 de 2.34 mg/L, la calidad es “EXCELENTE (DBO5 ≤ 3 mg/L)”;

DQO de 19.44 mg/L la calidad es “BUENA CALIDAD (10 < DQO ≤ 20)”;

SST, de 306.20 mg/L, la calidad es

“CONTAMINADA ($150 < SST \leq 400$ mg/L)”. La mejora de la calidad del agua durante secas, principalmente para CF y DQO, se debe a la dilución del río por el desfogue de la presa Valerio Trujano.

La gran presencia de los SST en el río, en ambas épocas, se debe también, a los escurrimientos de las barrancas del Tomatal, Tepetates y Platanillo. Además, a que la desviación de las corrientes de la presa Valerio Trujano y del río San Juan, causan gran cantidad de SST en el río El Tomatal, llegando así a la laguna.

Caracterización de las descargas de aguas residuales

Todas las descargas de aguas residuales puntuales detectadas se localizan dentro de la colonia “El Tomatal”. Esta comunidad no cuenta con un alcantarillado, las descargas de estas aguas se vierten directamente sobre la calle y escurren hacia una pequeña barranca, arrastrando contaminantes a su paso, que repercuten en la calidad del agua. Los resultados de las mediciones de campo y de los análisis físico-químicos y microbiológicos, se muestran en la Tabla 4.

Tab. 4 Caracterización de las descargas de aguas residuales.

Parámetros de Campo	Primer Muestreo Lluvias			Segundo Muestreo Secas			LMP (Tipo A)
	Descarga 1	Descarga 2	Descarga 3	Descarga 1	Descarga 2	Descarga 3	
T°C	28.55	24.03	26.93	23.07	20.73	20.48	NA
Ubidades pH	8.15	7.46	7.61	7.32	7.40	7.97	5 a 10
CE (μ S/cm)	806.00	930.25	771.00	900.00	655.75	826.00	NA
Q (L/s)	0.12	6	0.05	0.53	5.5	0.1	NA
MF (presente/ausente)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Parámetros Físico-químicos							
GyA mg/L	38.15	7.97	36.4	14.62	9.26	79.42	25
DBO5 mg/L	572	13.2	179	52	34	334	200
DQO mg/L	1228	52.4	397	273	70.2	549	320*
Ssed mg/L	4	<0.5	0.8	<0.5	<0.5	3	2
SST mg/L	360	<34.18	145	51.7	<34.28	450	200
Nt mg/L	18.8	5.46	17.5	14.2	4.71	38.1	60
Pt mg/L	5.18	1.2	5.47	2.32	1.72	11.2	30
Parámetros Microbiológicos							
CT (NMP/100 mL)	1.57E+07	2.80E+06	4.00E+07	1.75E+07	3.71E+05	1.96E+07	NA
CF (NMP/100 mL)	3.70E+05	3.57E+04	1.93E+06	9.89E+04	2.74E+02	1.19E+07	1.00E+03
HH (L)	0	0	2	0	0	0	1

Los resultados de los parámetros de campo medidos en las descargas en las épocas de lluvia y secas, no tuvieron cambios significativos. Solamente la conductividad eléctrica (CE) del agua es alta con un



promedio de 835.75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 793.92 $\mu\text{S}/\text{cm}$; del gasto (Q) se obtuvieron promedios de 2.06 L/s y 2.04 L/s, respectivamente. Con respecto a los parámetros físico-químicos se observó que la concentración promedio de grasas y aceites (GyA) es alta (lluvias 27.51 mg/L y secas 34.43 mg/L), incumpliendo con el LMP de 25 mg/L. Para la DBO5 se obtuvo 254.73 mg/L y 140 mg/L, respectivamente, incumpliendo en la época de lluvias con el LMP de 200 mg/L. La DQO presento 559.13 mg/L y 297.40 mg/L, incumpliendo en lluvias el LMP 320 mg/L. Los SST 252.50 mg/L y 250.85 mg/L, incumplen en ambas épocas con el LMP de 200 mg/L. Los sólidos sedimentables (Ssed), el nitrógeno total (Nt) y fósforo total (Pt) cumplen con los criterios de la norma. Con respecto a los análisis microbiológicos, se encontró presencia de CF con media geométrica de 7.78×10^5 NMP/100 mL y 4.00×10^6 NMP/100 mL, donde el LMP es de $1.00\text{E}+03$ NMP/ 100 mL. La presencia de huevos de helminto (HH) y metales no fue significativa.

4 Conclusiones

El río Tomatal se encuentra contaminado por la presencia de CF, causado principalmente por las descargas de aguas residuales que son generadas en la colonia El Tomatal y por SST, los cuales son de origen natural y no es causado por el vertido de las aguas residuales.

De acuerdo al Índice de Calidad del Agua, en tiempo de lluvias se encontró contaminación por CF, DQO y SST y en tiempo de secas, se esperaba mayor contaminación de estos parámetros, pero CF y DQO se vio reducida por dilución, debido al desfogue de la Presa Valerio Trujano hacia el río, aumentando su caudal. En cambio los SST siguieron muy altos, en ambas temporadas, debido a los escurrimientos de las barrancas del Tomatal, Tepetates y Platanillo, además por la desviación de las corrientes de la presa Valerio Trujano y del río San Juan, llegando así a la laguna.

Las tres descargas identificadas, de acuerdo a los LMP que marca la NOM-001-SEMARNAT-1996, incumplen en los parámetros de GyA, DQO (LFD), SST y CF, tanto en ambas temporadas.

Se sugiere realizar muestreos más frecuentes, tanto del río como de las descargas, para conocer mejor el comportamiento de estos parámetros.

Se propone para Tuxpan y El Tomatal la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales descentralizadas, además de una red de alcantarillado para que lleguen las aguas a dichas plantas. Como una segunda opción, la construcción de una red de alcantarillado para que las aguas residuales generadas, sean conducidas para su tratamiento a la PTAR Iguala Gro.



Referencias

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2013). Índices de Calidad del Agua. CONAGUA. Disponible en la Web. <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=63&n3=98&n4=98>

De La O, M. (2008) La contaminación podría truncar proyecto ecoturístico en laguna de Tuxpan, Iguala. La Jornada, Jueves 13 de marzo de 2008.

Martínez, J. (2008). Contaminación y lodo secan la laguna de Tuxpan. La Jornada. Lunes 29 de septiembre de 2008.

NOM, Norma Oficial Mexicana (1997) NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Diario Oficial de la Federación, 6 de enero de 1997.

Salgado-Urióstegui, I. (2013). Se seca la laguna de Tuxpan, alertan pobladores. La Jornada. Lunes 29 de julio de 2013.