



KUXULKAB'

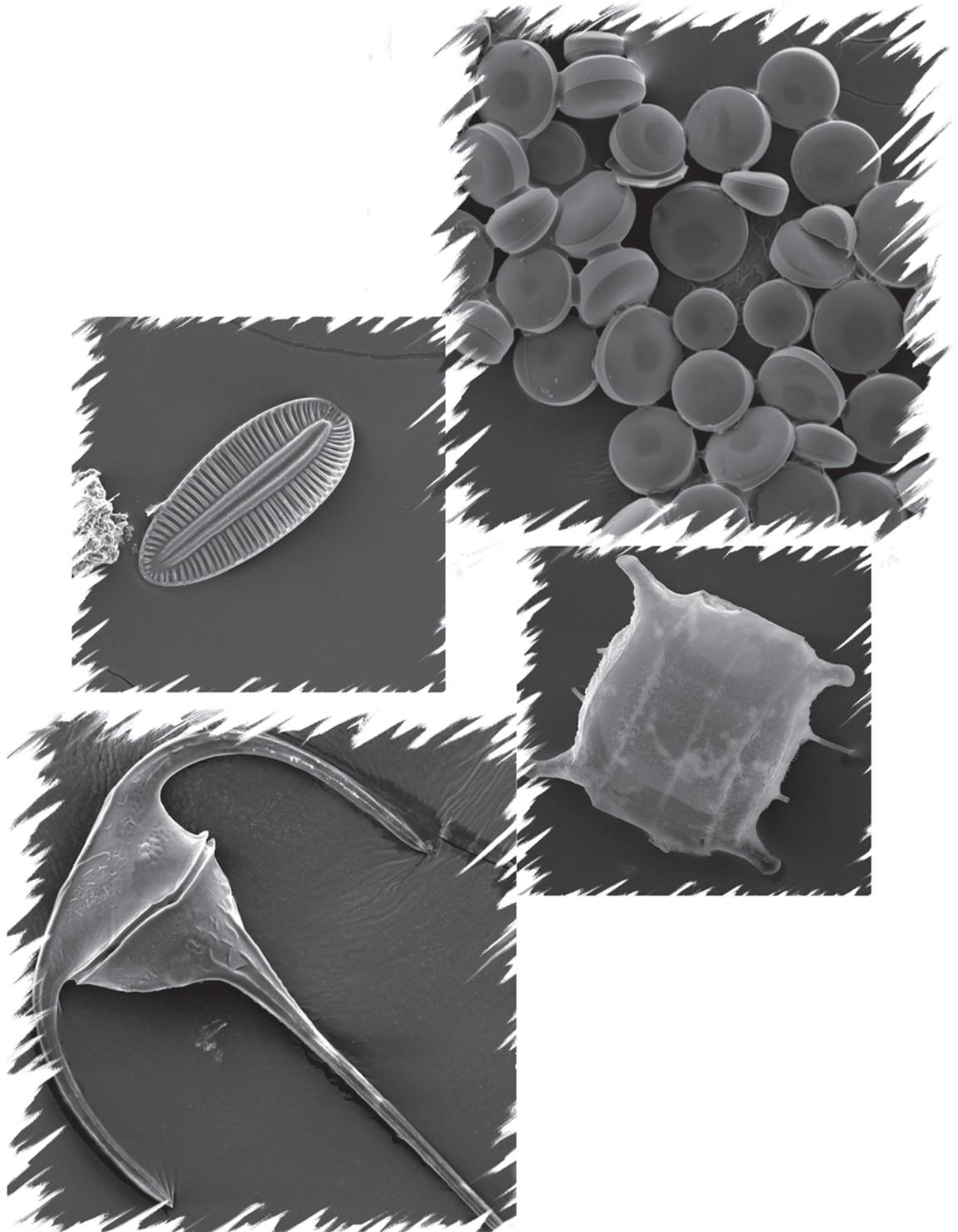
-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 23

Número 46

Mayo-Agosto 2017

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas





VISTA AÉREA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA).
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Juan Pablo Quiñonez Rodríguez.



DIRECTORIO

Dr. José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez
Secretaria de Servicios Académicos

M. en C. Raúl Guzmán León
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

M. en A. Rubicel Cruz Romero
Secretario de Servicios Administrativos

L.C.P. Elena Ocaña Rodríguez
Secretaria de Finanzas

M.C.A. Rosa Martha Padrón López
Directora de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Raúl Germán Bautista Margulis
Coordinador de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

M. en A. Arturo Enrique Sánchez Maglioni
Coordinador Administrativo, DACBioI-UJAT

M. en C. Andrés Arturo Granados Berber
Coordinador de Docencia, DACBioI-UJAT

Biól. Blanca Cecilia Priego Martínez
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina (†)
Editor fundador

Dra. Lilia María Gama Campillo
Editor en jefe

Dra. Carolina Zequeira Larios
Dra. María Elena Macías Valadez Treviño
Editores asociados

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Editor ejecutivo

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña
L.D.C. Rafael Sánchez Gutiérrez
Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez
Corrector de pruebas

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez
Lic. Ydania del Carmen Rosado López
Diseñadores

L.Comp. José Juan Almeida García
Soporte técnico institucional

L.C.I. Francisco García Ulloa
Est. Lic. Idiomas, Ana Yuseth Pérez del Ángel
Traductores

Pas. Ing. Ambiental, Manuel Alberto Ek Pozo
Est. Ing. Ambiental, Adrián Hernández Magaña
Est. Lic. Biología Diana Beatriz Montero Hernández
Apoyo técnico

CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Julieta Norma Fierro Gossman
Instituto de Astronomía, UNAM - México

Dra. Tania Escalante Espinosa
Facultad de Ciencias, UNAM - México

Dr. Ramón Mariaca Méndez
El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR San Cristóbal, Chiapas - México

M. en C. Mirna Cecilia Villanueva Guevara
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco - México

Dr. Julián Monge Nájera
Universidad Estatal a Distancia (UNED) - Costa Rica

Dr. Jesús María San Martín Toro
Universidad de Valladolid (UVA) - España

KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés, así como también imágenes caricaturescas.

KUXULKAB' se encuentra disponible electrónicamente y en acceso abierto en la siguiente dirección: www.revistas.ujat.mx; por otro lado se halla citada en:

PERIÓDICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias):
www.dgbiblio.unam.mx

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal):
www.latindex.unam.mx/index.html

Nuestra portada:

Diatomeas y dinoflagelados, microorganismos de una laguna tabasqueña.

Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo; División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

Fotografías de:

Imágenes cortesía de Campos, Cortés & Rivas; obtenidas de su manuscrito publicado en Kuxulkab' 23(46) del 2017.

KUXULKAB', año 23, No. 46, mayo-agosto 2017; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <http://www.revistas.ujat.mx>; kuxulkab@ujat.mx. Editor responsable: Lilia María Gama Campillo. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Editor ejecutivo, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5; entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 06 de mayo del 2017.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



Editorial

Estimados lectores:

En esta ocasión **KUXULKAB'**, en su número 46 (mayo-agosto de 2017), presenta cinco artículos que muestran diversos temas de estudio, investigación y reflexión respecto a las ciencias ambientales, las cuales se desarrollan en la región, el sureste de México para ser más puntual. A continuación, brindamos una descripción breve sobre las aportaciones expuestas en este número de la revista.

«Análisis Espacial Multicriterio enfocado a la gestión de proyectos de agua potable en el municipio de Huimanguillo, Tabasco», presenta un análisis de alternativas en el tema del agua para la toma de decisiones.

«Las necesidades de agua y saneamiento en Villa Unión y comunidades adyacentes en Centro, Tabasco», documento donde se expone la importancia del manejo sustentable del agua (potable y residual).

«Mezclas asfálticas: una alternativa para el tratamiento de residuos», una propuesta interesante para aprovechar y revalorizar los residuos que se generan en algunos procesos de manufactura.

«Microalgas planctónicas en la laguna costera «El Carmen», Cárdenas, Tabasco, México», un acercamiento a la riqueza de unos organismos poco estudiados de las lagunas costeras de Tabasco.

«Iluminados por la oscuridad: el hombre y su impacto en la contaminación lumínica», una reflexión de cómo hemos perdido la posibilidad de admirar el cielo por la contaminación lumínica.

Aprovecho para agradecer, tanto a los autores, su confianza en **KUXULKAB'** para difundir su trabajo mediante la divulgación científica; a los dictaminadores que contribuyen a garantizar su calidad; a los editores asociados que atendieron con profesionalismo el proceso editorial de la revista así como el seguimiento a la dictaminación de los textos, y a nuestro editor ejecutivo por su apoyo invaluable en las tareas imprescindibles que permiten, cuatrimestralmente publicar nuestra revista, y finalmente reitero la invitación a divulgar, a través de **KUXULKAB'**, los conocimientos que día a día estén generando en sus espacios de trabajo.

Lilia María Gama Campillo
EDITOR EN JEFE DE KUXULKAB'

Rosa Martha Padrón López
DIRECTORA DE LA DACBIOL-UJAT

Contenido

ANÁLISIS ESPACIAL MULTICRITERIO ENFOCADO A LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE HUIMANGUILLO, TABASCO 05-11

SPATIAL MULTICRITERIA ANALYSIS FOR THE MANAGEMENT OF PROJECTS ON DRINKING WATER IN THE MUNICIPALITY OF HUIMANGUILLO, TABASCO

Oscar Iturralde Mota

LAS NECESIDADES DE AGUA Y SANEAMIENTO EN VILLA UNIÓN Y COMUNIDADES ADYACENTES EN CENTRO, TABASCO 13-22

NEEDS OF WATER AND SANITATION IN VILLA UNIÓN AND ADJACENT COMMUNITIES IN CENTRO, TABASCO

Santa de la O Ledesma, Gaspar López Ocaña & Ernesto Rodríguez Rodríguez

MEZCLAS ASFÁLTICAS: UNA ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS 23-28

ASPHALT MIXTURES: AN ALTERNATIVE FOR WASTE TREATMENT

Liliana Hernández Acosta, Kristell del Carmen Jiménez Zapata, Verónica Isidra Domínguez Rodríguez & Randy Howard Adams Schroeder

MICROALGAS PLANCTÓNICAS EN LA LAGUNA COSTERA «EL CARMEN», CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO 29-40

PLANKTONIC MICROALGAE IN THE COASTAL LAGOON «EL CARMEN», CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO

Bernardita Campos Campos, María del Carmen Cortés Lara & Ma. Guadalupe Rivas Acuña

ILUMINADOS POR LA OSCURIDAD: EL HOMBRE Y SU IMPACTO EN LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA 41-46

ILLUMINATED BY DARKNESS: THE IMPACT OF MAN ON LIGHT POLLUTION

Esvardo Samaniego Hernández & Liliana Pampillón González

LAS NECESIDADES DE AGUA Y SANEAMIENTO EN VILLA UNIÓN Y COMUNIDADES ADYACENTES EN CENTRO, TABASCO

NEEDS OF WATER AND SANITATION IN VILLA UNIÓN AND ADJACENT COMMUNITIES IN CENTRO, TABASCO

Santa de la O Ledesma¹, Gaspar López Ocaña^{2✉} & Ernesto Rodríguez Rodríguez³

¹Ingeniera Industrial Química por el Instituto Tecnológico de Villahermosa (ITVH); egresada de la Maestría en Ingeniería y Protección Ambiental (MIPA) de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiología), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Fue subdirectora de Control de Calidad del Agua y directora técnica de SAPAET. Actualmente es Consultora en Gestión, Potabilización y Tratamiento del Agua.

²Licenciado en Ingeniería Ambiental, MIPA y Doctor en Ciencias en Ecología y Manejo de Sistemas Tropicales (DEST) por la UJAT. Profesor-investigador de la DACBiología-UJAT. ³Licenciado en Biología por la UJAT y con estudios de posgrado en Ingeniería Ambiental por el Instituto Politécnico Nacional (IPN), así como por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM unidad Iztapalapa). Es profesor-investigador de la DACBiología-UJAT imparte asignaturas como *diseño de plantas de tratamiento, limnología y restauración de ecosistemas acuáticos*.

²Integrante del Cuerpo Académico consolidado de «Evaluación y Tecnología Ambiental» de la DACBiología-UJAT.

^{2,3}Laboratorio de Tecnología del Agua, Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales (CICART); DACBiología-UJAT.

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86039; Villahermosa, Tabasco; México.

✉ ocanagl77@hotmail.com

Como referenciar:

De la O Ledesma, S.; López Ocaña, G. & Rodríguez Rodríguez, E. (2017). Las necesidades de agua y saneamiento en Villa Unión y comunidades adyacentes en Centro, Tabasco. *Kuxulkab'*, 23(46): 13-22, mayo-agosto. DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a23n46.2549>

Disponible en:

<http://www.revistas.ujat.mx>

<http://www.revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a23n46.2549>

Resumen

La población de Villa Unión, en Centro, Tabasco, requiere 7,445.75 m³/día de agua potable. Sin embargo, se ha llegado a suministrar hasta 15,120.00 m³/día. Estas localidades originan un aporte de 13,633.20 m³/día de agua residual doméstica mezcladas con agua potable, del cual se trata solamente el 53.6 % de dicho caudal en una planta de tratamiento de humedales artificiales. Al respecto dichas aguas residuales se descargan al arroyo Macultepec, la laguna El Calabozo y la laguna Paso Segundo. Las lagunas presentan condiciones aceptables para el desarrollo de actividades productivas de pesquerías. No obstante, de continuar descargándose el agua residual en forma directa, se agilizará el proceso de eutrofización de las lagunas. Para detener este problema es urgente que se rehabiliten y pongan en operación las plantas de tratamiento de los fraccionamientos Lomas de Ocuilzapotlán II, ISSET y Lomas de Ocuilzapotlán, y así aumentar en 3,456 m³/día el volumen de agua tratada.

Palabras clave: Sedimentos; batimetría; lagunas urbanas; aguas residuales; cuenca urbana.

Abstract

Villa Union population in Centro, Tabasco, requires 7,445.75 m³/day of potable water. However, up to 15,120.00 m³/day have been supplied. These areas contribute with 13,633.20 m³/day of domestic wastewater mixed with potable water. From those, only 53.6 % of this flow is treated in an artificial wetland treatment plant. In this respect, the wastewater is discharged to Macultepec Arroyo, El Calabozo lagoon and Paso Segundo lagoon. The lagoons present acceptable conditions for the development of productive fishery activities. Nevertheless, if residual water discharging directly into the water bodies continues, the eutrophication process of the lagoons will speed up. In order to stop this problem, it is urgent to rehabilitate and put into operation the treatment plants of Lomas de Ocuilzapotlán II, ISSET and Lomas de Ocuilzapotlán residential developments to increase the volume of treated water to 3,456 m³/day.

Keywords: Sediments; bathymetry; urban lagoons; wastewater; urban basin.

El crecimiento económico y demográfico alcanzado por algunas localidades cercanas a la ciudad de Villahermosa, ha definido que en ellas se diversifiquen los problemas relacionados con el abastecimiento de agua potable y con la generación de agua residual doméstica. Esta situación determina alteraciones de magnitud variable dentro del ciclo hidrológico y conlleva diversos efectos de índole social y económica, que coadyuvan al incremento de las enfermedades de origen hídrico e incluso a la escasez del vital líquido en algunas épocas del año (CEAS, 2012).

Para hacer frente a dicha problemática es necesario evaluar la gestión del agua y el saneamiento en los asentamientos urbanos conformados por la localidad de las Villas Ocuilzapotlán, Macultepec y por fraccionamientos cercanos a la misma que cuentan con más 29,783 habitantes (INEGI, 2010a y b). Dichas localidades representan requerimientos reales de abastecimiento de agua potable o desinfectada del orden de 7,445.75 m³/día, y que hasta el año 2009, provenía de 13 pozos subterráneos con serios problemas de abatimiento, lo que ha implicado cierta escasez del recurso hídrico en temporada de estiaje y mala calidad del agua (SAS, 2012). Por otra parte, estas localidades urbanas originan un aporte de 5,956.60 m³/día de agua residual doméstica del cual hasta el año 2003 se trataba solamente el 50.7 % de dicho caudal, correspondiendo al tratamiento primario 1,296 m³/día y al de tipo secundario 1,728 m³/día, mismo que se realizaba en tres Plantas de Tratamiento de Agua Residual Doméstica (PTARD) ubicadas en tres de los fraccionamientos. Las Villas Macultepec y Ocuilzapotlán, así como los demás fraccionamientos, hasta noviembre del 2004, (año en que inicio su operación la PTARD de tipo pantano artificial); las aguas negras se estuvieron bombeando a cárcamos para su descarga directa a cuerpos de agua superficiales perennes como son la laguna *El Calabozo* y *Paso Segundo* e intermitentes como lo es la laguna *El Mosquito*.

¿Dónde se ubica nuestra área de estudio?

Los asentamientos de Villa Ocuilzapotlán-Macultepec y los fraccionamientos aledaños, objeto de estudio, se localizan dentro de la sub-región denominada <Centro>, en la parte norte del municipio del mismo nombre; se encuentra dentro de los 18° 02' 55" a 18° 09' 38" de latitud Norte y 92° 50' 27" a 92° 04' 03" de longitud Oeste, con una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar de toda la zona. Esta dentro de la sub-provincia llanuras y pantanos tabasqueños de la unidad fisiográfica de la provincia llanura costera del Golfo sur. Considerando la red carretera, las Villas y fraccionamientos, están asentados sobre la carretera federal número 180 (Villahermosa-Frontera) entre el tramo comprendido del kilómetro 15 al 18 (figura 1).

¿De dónde sale el agua potable para la población en la zona?

Específicamente en el municipio de Centro al año 2012 se contabilizaron 54 sistemas de agua potable, 51 pozos profundos, 33 pozos someros y 19 plantas potabilizadoras con un gasto de operación de 5,579 l/s (SAS, 2012). De manera particular, en la zona de estudio Villa Ocuilzapotlán-Macultepec, se localizaron 13 pozos profundos que estuvieron operando hasta el año 2009 y que abastecían de agua clorada a las Villas y fraccionamientos del lugar.

«Aguas residuales: su sinónimo es 'aguas negras'; son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materiales coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto ecológico de los últimos años por la contaminación de los ecosistemas.»

Barla (2006)

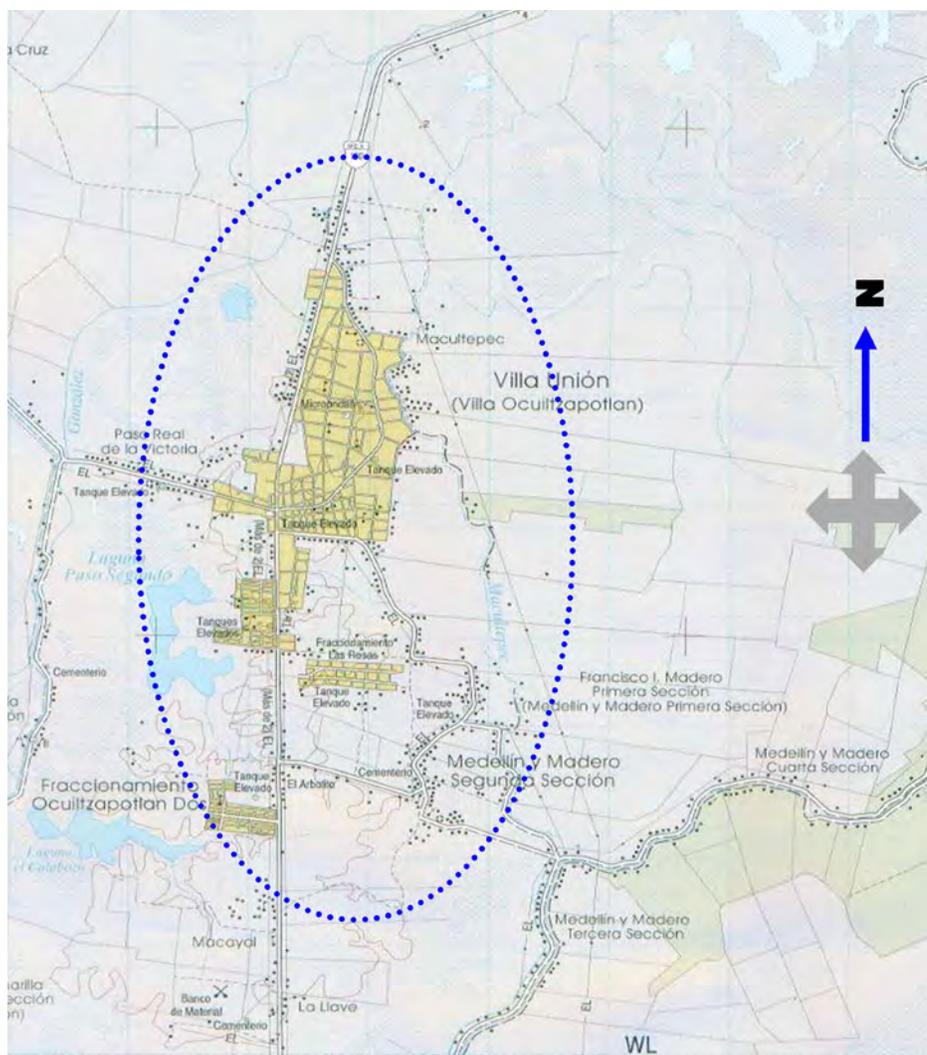


Figura 1. Área de estudio: Villa Ocuilzapotlán-Macultepec y los fraccionamientos adyacentes.

Fuente: INEGI (2010).

Actualmente solo opera el pozo del fraccionamiento ISSET con un gasto promedio de 155 l/s (tabla 1). En la zona se ubicaron también ocho tanques elevados para rebombeo del agua. Las localidades hoy se abastecen de agua potable procedente de una línea de conducción que sale de la *Planta Potabilizadora Carrizal*, ubicada en la ranchería Emiliano Zapata del municipio de Centro.

Dicha línea tiene una longitud de 27 km, iniciando en la mencionada planta potabilizadora, con un diámetro de 28", misma que se va reduciendo y llega a Ciudad Industrial con 14", finalizando en Macultepec con 6" de diámetro; esta línea de abastecimiento es llamada como el <Corredor Carrizal-Macultepec>. La calidad del agua servida por la *Planta Potabilizadora Carrizal* cumple con los parámetros de la NOM-127-SSA1-1994, salvo el parámetro de cloro,

que esta muy por arriba de la norma como se observa en los muestreos puntuales del 2010 y 2011 (tabla 2). Finalmente podemos ver en la figura 2, la infraestructura existente de agua y aguas residuales en el área de estudio.

¿Cuánto se genera de agua residual?

Con el objeto de determinar la distribución de los caudales de agua residual y considerando los asentamientos de la zona; se trabajó con los AGEB proporcionados por el INEGI (2010a) y se obtuvieron por microcuenca los resultados mostrados en la tabla 3. La microcuenca conformada por los asentamientos de Ocuilzapotlán, Macultepec, fraccionamiento Las Rosas y fraccionamiento La Ceiba recibe el 60.38 % de la descarga de agua residual de la zona.

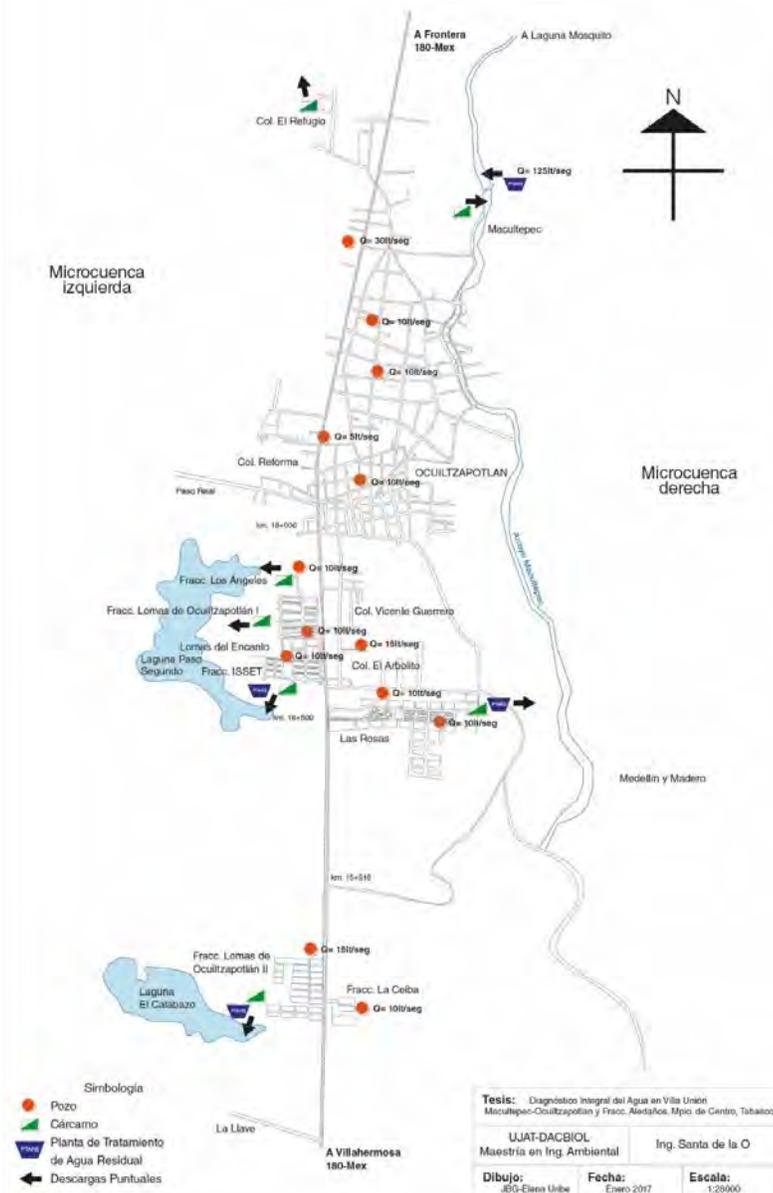


Figura 2. Infraestructura de agua potable y agua residual en Villa Ocuilzapotlán-Macultepec y fraccionamientos adyacentes.

En recorridos de campo se identificaron 15 descargas puntuales que están vertiendo en forma directa los cuerpos de agua superficial denominados: laguna *Paso Segundo*, laguna *El Calabozo* y *Arroyo Macultepec* (tabla 4).

La determinación del caudal aproximado así como las características del agua residual doméstica vertido en esta zona, se realizó en el *Cárcamo Macultepec*. Los resultados del aforo indican que se presenta un $Q_{\text{máximo}}$ de 88.4 l/s, Q_{medio} de 55.1 l/s y $Q_{\text{mínimo}}$ de 7.5 l/s (gráfica 1).

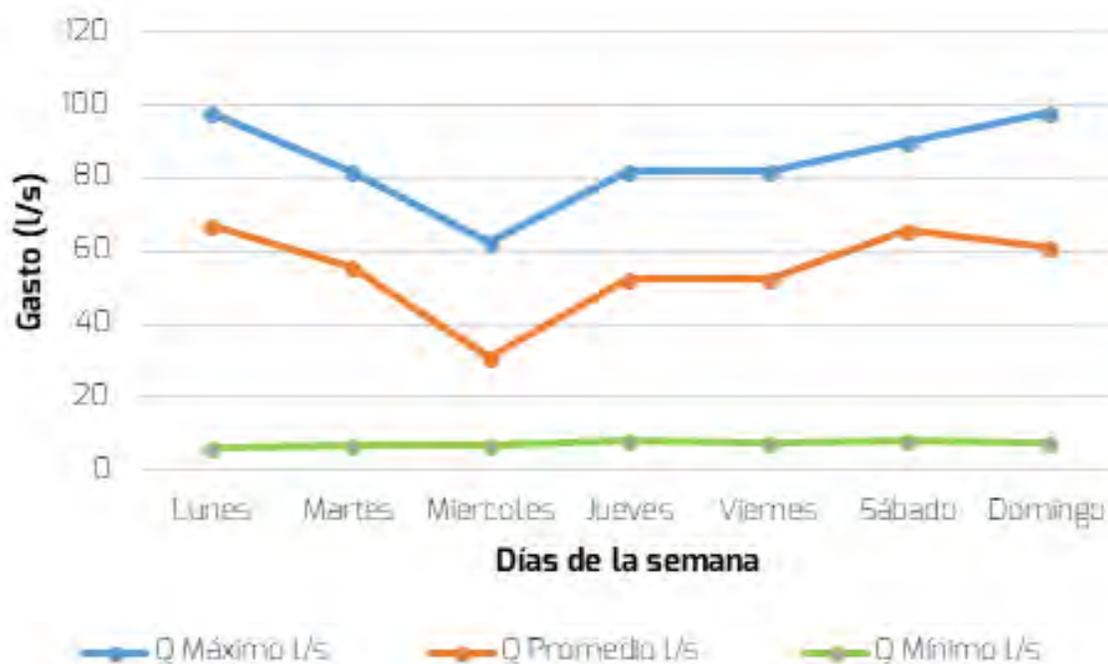
Los resultados calidad del agua, manifiestan que el agua residual se puede considerar ligera o débil (Metcalf & Eddy, 1998), y según la clasificación de Crites & Tchobanoglous (2000), el agua se puede considerar de difícil degradación al presentar una relación DBO/DQO de 0.4; sin embargo, es importante mencionar que la característica de ligera o débil se adquiere porque el agua residual aportada por la comunidad se mezcla con las pérdidas de agua potable que se van hacia los colectores de aguas residuales (tabla 5).

¿Cuáles son los cuerpos receptores?

Laguna el Mosquito. Está considerada como un cuerpo de agua temporal con un área superficial de aproximadamente 599,062.5 m²; se ubica en la microcuenca hidrológica derecha de la zona de estudio a 3 km de distancia aguas abajo del cárcamo Macultepec. Esta laguna recibe además de las aguas de lluvia, el caudal del arroyo Macultepec (arroyo Garduza), hacia donde se descargan aportaciones del fraccionamiento Las Rosas, aguas tratadas de la PTARD tipo pantano artificial de Macultepec y de algunas descargas domiciliarias directas al arroyo.

La laguna hace contacto con las aguas del río González al cruzar hacia la microcuenca hidrológica izquierda. Esto se efectúa mediante alcantarillas que funcionan como paso de aguas pluviales y por el canal bajo el puente González que permite el contacto con las aguas del río del mismo nombre, las aguas siguen su curso hacia la laguna El Manguito y El Espino desembocando hacia los pantanos naturales de Centla.

Arroyo Macultepec. También conocido por los lugareños como *Arroyo Garduza*, tiene su origen como un ramal del río Jolochero a la altura de la ranchería Medellín y Madero 3ª sección Centro, Tabasco. Desde su punto de origen y hasta su unión con el ejido El Mosquito debajo del puente González, alcanza una longitud de 11,749.6 m. A lo largo de su cauce recibe descargas de aguas residuales de poblaciones como: Medellín y Madero 3ª sección, el fraccionamiento Las Rosas, Villa Ocuilzapotlán y Villa Macultepec. Actualmente este arroyo es un cuerpo de agua que a la vista tiene un alto grado de eutrofización y permanece anegado de maleza acuática.



Gráfica 1. Comportamiento diario de la descarga recibida en el cárcamo Macultepec con gastos promedio, mínimo y máximo durante la semana.

De acuerdo a observaciones realizadas en campo, el arroyo incrementa su tirante hidráulico durante las lluvias de verano e invierno. Asimismo, en temporadas de estiaje hay zonas en donde el arroyo prácticamente no es visible ya que se seca parcialmente, resurgiendo en los puntos donde hay manchas urbanas que descargan sus aguas residuales domésticas.

Lagunas El Calabozo y Paso Segundo. Estos cuerpos de agua superficial se ubican en la microcuenca izquierda entre el km 15 y 17.5 de la carretera Villahermosa-Frontera y se constituyen como cuerpos de agua endorreicos.

La laguna El Calabozo se encuentra a un costado del fraccionamiento Lomas de Ocuilzapotlán II en el km 15 y recibe la descarga directa de aguas residuales procedentes de la PTARD de dicho fraccionamiento. La laguna Paso Segundo se localiza al sur de la zona de estudio, la cual pertenece a la región hidrológica 30, es visible por detrás de los fraccionamientos Lomas de Ocuilzapotlán km 17 e ISSET y recibe las descargas directas de estos dos fraccionamientos así como de los fraccionamientos Los Ángeles y Lomas del Encanto.

¿Cuáles son las condiciones hoy día de los principales cuerpos receptores?

Las características hidrológicas y morfométricas de los cuerpos lagunares, estas se definieron de la siguiente manera: la laguna Paso Segundo tiene forma irregular, es originada por contacto y ocupa una superficie de 37.4 ha, presenta una línea de costa de 4.88 km, longitud máxima de 1.03 km, anchura máxima de 0.69 km y una proporción largo ancho de 1.49. La laguna El Calabozo presenta una forma elongada y posee una superficie de 27.5 ha. Cuenta con una línea de costa de 4.84 km, longitud máxima de 1.00 km, anchura máxima de 1.12 km y una proporción largo ancho de 2.27. En cuanto a las características limnológicas de ambos cuerpos lagunares los resultados se detallan en la tabla 6. Respecto a las variables fisicoquímicas analizadas muestran que la calidad del agua superficial de la zona obviamente no cumple con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-127-SSA-1994 y requiere de tratamientos de potabilización, desinfección para su uso y consumo humano; sin embargo, estos cuerpos presentan características iniciales de eutrofización, pues es evidente la presencia de nutrientes y materia orgánica.

Tabla 1. Abastecimiento de agua potable en la Villa Ocuilzapotlán-Macultepec y fraccionamientos aledaños (los pozos estuvieron en servicio hasta 2009, actualmente se abastece de la Planta Carrizal).

Localidad	Año de construcción	No. de Pozos	Horas de bombeo/día	l/s	No. de Tomas	Opera
Fracc. Lomas de Ocuilzapotlán dos (km 15)	1985	1	24	15	545	No
Fracc. Lomas de Ocuilzapotlán (km 17). Fracc. Los Ángeles	1984	1	24	10	465	No
Villa Ocuilzapotlán (Pozo 1)	1973	1	24	10	1,373	No
Villa Ocuilzapotlán (Pozo 2)	1993	1	24	5		No
Villa Ocuilzapotlán-Col. Vicente Guerrero-El arbolito (Pozo 3)	2000	1	18	15		No
Villa Macultepec (Pozo 1)	1989	1	24	20	1,074	
Villa Macultepec (Pozo 2)	1994	1	24	10		No
Villa Macultepec (Pozo 3)	1994	1	24	30		No
Fracc. Las Rosas (Pozo 1)	1993	1	14	10	1,200	No
Fracc. Las Rosas (Pozo 2)	1995	1	10	10		No
Lomas de Ocuilzapotlán (Fracc. ISSET)	1989	1	17	20	280	Si
Fracc. Lomas del Encanto	1999	1	8	10	24	No
Fracc. La Ceiba (INFONAVIT)	2002	1	8	10	165	No
Total		13	243	175	5,126	

Conclusiones

La cantidad de agua disponible en las fuentes subterráneas era suficiente para abastecer a la población establecida actualmente en la zona de estudio, no era necesario llevar la línea de conducción de 28 km procedente de la Planta Carrizal; sin embargo, sí era necesario mejorar la calidad del agua dándole un tratamiento secundario, ya que la desinfección a partir del cloro no es suficiente para cumplir la NOM-127-SSA1-1994.

El hecho de llevar agua desde la potabilizadora Carrizal, mejoró la calidad del servicio pero no resuelve en forma definitiva el abastecimiento de agua de la zona, ya que ante las fallas operativas de la potabilizadora, la población de la zona en estudio se queda indefensa y sin el vital líquido por el tiempo que se tardan en arreglar la falla.

Se sugiere que no se deshabiliten los pozos profundos y que estos se mantengan como reservas para atender lo anterior. También se sugiere construir cisternas de almacenamiento y colocar válvulas de control y medición.

Como parte de la gestión para el uso eficiente del agua, se debe establecer servicio medido de acuerdo al tipo de toma instalada (domestica, comercial e industrial), concertando con la población que el recurso por concepto de pago de agua, se utilice para la mejora de redes y sistemas.

De acuerdo a la caracterización de las aguas residuales generadas en la zona de estudio se concluye que estas son aguas residuales domésticas de tipo ligera o débil, presentándose una tendencia hacia una composición de agua típicamente media por el incremento sustancial de población. El Cárcamo Macultepec presenta *Q máximo* de 84.82 l/s, el *Q medio* de 55.14 l/s y el *Q mínimo* fue de 7.47 l/s. Es conveniente mencionar que en temporada de lluvias los operarios abren la válvula de descarga para emitir las aguas residuales directamente al arroyo Macultepec, porque su capacidad de bombeo resulta insuficiente al recibirse agua combinada (residual-pluvial).

Tabla 2. Calidad de agua servida de la Planta Carrizal en Villa Ocuilzapotlán, Macultepec y fraccionamientos aledaños.

Parámetro	NOM-127-SSA1-1984	Junio 2010	Octubre 2010	Septiembre 2011	Noviembre 2011
Temperatura °C		26	29	28	27
Turbiedad N.T.U.	5	3	1	1	1
Color UND C.	20	5	5	5	5
pH	6.5 a 8.5	7.6	7.2	7.4	7.6
Olor	Agradable	Cloro	Cloro	Cloro	Cloro
Conductividad		239	348	268	397
Cloro residual	0.2-1.5	3	3	3	0.3
Sólidos totales		116		202	170
SDT	1000	96		178	146
CO ₂ libre		2	13	4	5
Calcio (Ca)		26	44	32	43
Magnesio (Mg)	125	17	20	10	19
Fierro (Fe)**	0.3	ND	ND	ND	ND
Manganeso (Mn)	0.15	ND	ND	ND	ND
Sodio (Na) calc	200	ND	ND	ND	ND
Carbonatos (CO ₃) ²⁻		0	0	0	151
Bicarbonatos (HCO ₃)		85	146	93	
Sulfatos (SO ₄) ²⁻	400	ND	ND	ND	21
Cloruros (Cl)	250	14	15	12	
Fosfatos (PO ₄)		ND	ND	ND	ND
Dureza cálcica		ND	ND	ND	ND
Dureza carbonato*		66	110	80	108
Dureza total*	500	70	120	76	124
Alcalinidad (T)*		0	0	0	0
Coliformes totales	ND	ND	ND	ND	ND

El mayor escurrimiento de aguas residuales se presenta en la margen derecha de la zona de estudio por donde escurre el 62.51 % de dichas aguas, siendo la micro cuenca izquierda la que menor impacto tiene al recibir el 37.50 % de las aguas residuales. Al respecto es el Arroyo Macultepec quien recibe un mayor impacto ambiental debido a las cargas orgánicas contaminantes.

Es necesario que con la participación activa de la población se vayan identificando los hundimientos en las redes de agua residual, así como las descargas directas a los cuerpos de agua (arroyos y lagunas), para que el gobierno municipal vaya arreglando las líneas y a su vez vaya interconectando a la red aquellas tomas o descargas directas para efecto de no contaminar más las fuentes superficiales y subterráneas. Los cuerpos de agua El Calabozo y Paso Segundo presentan aún condiciones aceptables para el desarrollo de actividades productivas de pesquerías; sin embargo, de continuar descargándose el agua residual en forma directa hacia estas lagunas, se agilizará el proceso de eutrofización de las aguas superficiales, por lo que es urgente que se rehabilite y ponga en operación las PTARD de los fraccionamientos Lomas de Ocuilzapotlán II km 15, ISSET y Lomas de Ocuilzapotlán km 17, o en su defecto se canalicen las aguas residuales hacia la planta Macultepec.

Tabla 3. Estimación de caudales de agua residual por microcuenca.

Microcuenca ¹	Clave AGE ²	Localidades (AGEB)	Habitantes reportados (AGEB)	Dotación teórica de agua (Qmed)		Agua residual (Qmed)	
				m ³ /día	l/s	m ³ /día	l/s
Izquierda	AGEB 202-4	Fracc. Los Ángeles, Lomas del Encanto, Fracc. Lomas de Ocuilzapotlán ISSET y Fracc. Lomas de Ocuilzapotlán (km 17)	3,905	976.25	11.30	829.81	9.60
Izquierda	AGEB 209-6	Fracc. Lomas de Ocuilzapotlán II (km 15)	3,012	753.00	8.72	640.05	7.41
Izquierda	AGEB 213-2	Fracc. Ocuilzapotlán II	544	136.00	1.57	115.60	1.34
Izquierda	AGEB 243-3	Fracc. Ocuilzapotlán II	1,012	253.00	2.93	215.05	2.49
Izquierda	AGEB 244-8	Fracc. Ocuilzapotlán II	107	26.75	0.31	22.74	0.26
Subtotal Microcuenca Izquierda			8,580	2,145	25	1,823	21
Derecha	AGEB 201-A AGEB 253-7	Villa Ocuilzapotlán	2,937	734.25	8.50	624.11	7.22
Derecha	AGEB 200-5	Col. Refugio de la Villa Ocuilzapotlán y parte de Macultepec	4,258	1,064.50	12.32	904.83	10.47
Derecha	AGEB 203-9	Población establecida entre el tramo Fracc. Las Rosas-Villa Ocuilzapotlán (por donde está el restaurante La Selva)	1,609	402.25	4.66	341.91	3.96
Derecha	AGEB 204-3	Colonia Vicente Guerrero (El Arbolito)	1,257	314.25	3.64	267.11	3.09
Derecha	AGEB 205-8	Fracc. Las Rosas Etapa I	1,421	355.25	4.11	301.96	3.49
Derecha	AGEB 206-2	Fracc. Las Rosas Etapa I	1,010	252.50	2.92	214.63	2.48
Derecha	AGEB 207-7	Fracc. Las Rosas Etapa I	947	236.75	2.74	201.24	2.33
Derecha	AGEB 208-1	Fracc. Las Rosas Etapa II	968	242.00	2.80	205.70	2.38
Derecha	AGEB 198-6	Villa Macultepec	2,659	664.75	7.69	565.04	6.54
Derecha	AGEB 199-0	Villa Macultepec	3,826	956.50	11.07	813.03	9.41
Derecha	NR	Fracc. La Ceiba (INFONAVIT) ³	660	165.00	1.91	140.25	1.62
Subtotal Microcuenca Derecha			21,552	5,388.00	62.36	4,579.80	53.01
Total			30,132	7,533.00	87.19	6,403.05	74.11

¹La orientación esta referenciada en el sentido de la carretera #180 (Villahermosa-Frontera). ²Fuente: INEGI, 2010a y b; (AGEB y manzana urbana).

³Este fraccionamiento no aparece referenciado (NR) en el AGEB correspondiente, dato de población obtenido de manera directa.

Se debe continuar con el seguimiento en la zona conurbada Villa Unión, Ocuilzapotlán-Macultepec y fraccionamientos aledaños, para vigilar la correcta operación de sistemas de tratamiento de agua residual y lograr avances en lo concerniente al uso eficiente y manejo adecuado del agua mediante esquemas de gestión participativa de la comunidad-gobierno y sector privado, para detener el impacto ambiental en los mantos de agua superficiales y subterráneos, que, de continuar terminarían por afectar a las zonas aguas abajo hasta su desembocadura en los Pantanos de Centla.

Tabla 4. Descargas puntuales localizadas en la zona de estudio.

No.	Ubicación	Diámetro (pulgadas)	Tipo de material	Tipo de descarga	Cuerpo receptor
1	A orilla de arroyo Macultepec	4	P.V.C.	Doméstica	Arroyo Macultepec
2	A orilla de arroyo Macultepec	4	P.V.C.	Doméstica	Arroyo Macultepec
3	A orilla de arroyo Macultepec	4	P.V.C.	Doméstica	Arroyo Macultepec
4	A orilla de arroyo Macultepec	4	P.V.C.	Doméstica	Arroyo Macultepec
5	A orilla de arroyo Macultepec	4	P.V.C.	Doméstica	Arroyo Macultepec
6	A orilla de arroyo Macultepec	6	P.V.C.	Doméstica	Arroyo Macultepec
7	A orilla de arroyo Macultepec	4	P.V.C.	Doméstica	Arroyo Macultepec
8	Zona baja de la calle Tomás Garrido Canabal (Villa Ocuilzapotlán)	6	P.V.C.	Doméstica	Popal innominado dentro la Villa
9	PTAR, Lomas de Ocuilzapotlán II km 15 INVITAB	12	Fo.Fo.	Doméstica y pluvial	Laguna El Calabozo
10	PTAR, Lomas de Ocuilzapotlán I km 17-Fracc. Los Ángeles	12	Fo.Fo.	Doméstica y pluvial	Laguna Paso Segundo
11	Cárcamo de PTAR, Lomas de Ocuilzapotlán I km 17	12	Asbesto-Cemento	Doméstica y pluvial	Laguna Paso Segundo
12	Cárcamo Macultepec	12	Fo.Fo.	Doméstica y pluvial	Arroyo Macultepec
13	PTAR Las Rosas	8	P.V.C.	Doméstica y pluvial	PTAR, Macultepec
14	PTAR Macultepec	12	Fo.Fo.	Doméstica y pluvial	Arroyo Macultepec
15	Calle Membrillo, Fracc. Lomas del Encanto	12	Polietileno de alta densidad 1.07 m	Doméstica y pluvial	Laguna Paso Segundo

Tabla 5. Características del agua residual recibida en el cárcamo Macultepec.

Parámetro	Unidades	Promedio	Desv.
pH	Unidades	7.0	0.2
Temperatura de campo M.G.	°C	29.4	0.2
Conductividad	µS/cm	1546.0	97.6
Sólidos suspendidos totales	mg/L	66.0	34.9
Sólidos sedimentables	ml/L	1.3	0.5
DBO ₅	mg/L	112.3	27.3
DQO	mg/L	276.5	42.4
Nitrógeno total	mg/L	31.7	4.9
Fósforo total	mg/L	4.2	1.3
Grasas y aceites P.P.	mg/L	32.6	8.0
Coliformes totales M.G.	NMP/100 ml	>11 000	
Coliformes fecales M.G.	NMP/100 ml	>11 000	

Tabla 6. Características hidrológicas, morfométricas y limnológicas de los principales cuerpos receptores de aguas residuales y tratadas en Villa Ocuilzapotlán, Macultepec y Fraccionamientos aledaños.

Características morfométricas	Cuerpos lagunares	
	Paso Segundo	El calabozo
Área superficial (m ²)	373,789.12	275,439.80
Área de drenaje (m ²)	5,194,097.52	3,851,373.00
Volumen (m ³)	315,104.23	201,071.05
Desarrollo de la línea de costa (m)	4,886.70	4,842.10
Longitud máxima (m)	1,033.55	1,008.27
Anchura máxima (m)	691.26	444.74
Proporción largo/ancho	1.49	2.27
Profundidad máxima (m)	1.08	1.03
Profundidad media (m)	0.84	0.73
Índice morfoedáfico (IME)	632.75	779.69
Tipo de mezclado	Mezcla completa	Mezcla completa
Tiempo de residencia (Rd)	567.24	353.271
Origen evolutivo	Contacto geológico	Contacto geológico
Clasificación trófica	Eutrófico	Eutrófico
Tributarios	Ninguno	Ninguno
Contorno Urbano	3 localidades	3 localidades

KUXULKAB' Revista de divulgación científica de la División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Referencias

Barla Galván, R. (2006). *Un diccionario para la educación ambiental: glosario ecológico*, (p. 264). Autor: Uruguay.

CEAS (Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Tabasco). (2012). *Agua de Tabasco: de la abundancia a su aprovechamiento*, (Memoria de trabajo 2007-2009). Autor: Tabasco, México.

Crites, R. & Tchobanoglous, G. (2000). *Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados*, (p. 1043). Colombia: McGraw-Hill.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2010a). *Censo de población y vivienda: principales resultados por AGEB y manzanas urbanas*. Consultado el 23/octubre/2011 de «http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/ageb_urb2010.aspx?c=28111&s=est.»

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2010b). *SCINCE: Sistema para la Consulta de Información Censal*. Consultado el 20/enero/2012 de «<http://www.inegi.org.mx/est/scince/scince2010.aspx>»

Metcalf & Eddy. (1998). *Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización*, (Tomo I; p. 752). México: McGraw-Hill.

SAS (Sistema de Agua y Saneamiento). (2012). *Cuadernillo de información básica: infraestructura de agua, alcantarillado y tratamiento*, (p. 10). H. Ayuntamiento Municipal de Centro, Tabasco.



JARDINES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA) Y EJEMPLAR DE COCODRILO DE PANTANO (*Crocodylus moreletii*) QUE HABITA EN SU ENTORNO.
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez.

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBIOL



CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS TROPICALES (CICART).
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez.



KUXULKAB'

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

☎ +52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415
✉ kuxulkab@ujat.mx • kuxulkab@outlook.com
🌐 www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.
Villahermosa, Tabasco. México.

