



KUXULKAB'

REVISTA DE
DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XIX • Número 36 • Enero-Junio 2013 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



KUXULKAB'

ISSN – 1665-0514

REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Ma. Gama Campillo
Editor en jefe

Dr. Randy Howard Adams Schroeder
Dr. José Luis Martínez Sánchez
Editores Adjuntos

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Editor Asistente

COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

Dra. Silvia del Amo
Universidad Veracruzana

Dr. Bernardo Urbani
Universidad de Illinois

Dr. Guillermo R. Giannico
Fisheries and Wildlife Department,
Oregon State University

Dr. Joel Zavala Cruz
Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Publicación citada en:

El índice bibliográfico PERIÓDICA, índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.

Disponible en <http://www.dgbiblio.unam.mx>

<http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab>

KUXULKAB' Revista de Divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, publicación semestral de junio 2001. Número de Certificado de Reserva otorgado por Derechos: 04-2003-031911280100-102. Número de Certificado de Licitud de Título: (11843). Número de Certificado de Licitud de Contenido: (8443). Domicilio de la publicación: Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco. C.P. 86039 Teléfono Conmutador: 3581500 ext.6400 Teléfono Divisional: 3544308, 3379611. Dirección electrónica: <http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab> Imprenta: M.A. Impresores, S.A. de C.V. Av. Hierro No. 1 Mza. 3 Ciudad Industrial C. P. 86010 Villahermosa, Tabasco. Distribuidor: División Académica de Ciencias Biológicas Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039 Villahermosa, Tabasco.

Nuestra Portada

Ejemplar de Ajolote (*Ambytosma mexicanum*); anfibio endémico mexicano de la zona lacustre de Xochimilco y Chalco-Tláhuac, en la ciudad de México.

Diseño de:

Lilianna López Gama y María Cristina Sarao Manzanero.

Fotografías:

María Celia Zapata Gutiérrez y Luis Guillermo Solís Juárez; estudiantes de la Licenciatura en Biología de la DACBiOL-UJAT.

Estimados lectores:

La Universidad Juárez Autónoma de Tabasco hoy ha asumido un reto que la lleve a tener todos los indicadores de calidad, mejorando no solo los programas de estudio de los diferentes niveles que los lleven o mantengan acreditados. Dentro de estos indicadores se busca tener productos de excelencia en todos los temas que cubre la universidad como son las publicaciones periódicas. Por lo mismo nuestra revista de Divulgación está encaminada a atender este proceso de revisión de procesos, actualización y modernización que realiza la institución, para asumir los nuevos compromisos que la UJAT tiene con el Estado y la región, así como con la sociedad con la que se vincula. Estos procesos de reflexión han permitido generar estrategias e ideas dirigidas a realizar cambios que nos permitan mejorar, las que están siendo generadas por los profesores de nuestra División Académica y que pronto compartiremos con ustedes. Este año, se han tenido interesantes eventos, que muestran la consolidación que tienen ya varios de nuestros grupos de investigadores tanto local, como regional y nacionalmente.

Tenemos un comité trabajando para proponer una serie de innovaciones con el que se está transformando nuestra revista, que nos permita identificar mejores opciones y aprender no solo de nuestra experiencia sino de nuestras revistas hermanas en la Universidad que es lo que se busca lograr.

Como podrán corroborar en este número se empiezan a reflejar algunos cambios que se están preparando para una nueva imagen de nuestra revista. En este número se presenta una recopilación de cinco artículos que representan reportes de investigaciones tanto de cuerpos académicos de nuestra División, como de estudiantes de maestría, lo que reflejan el reto que se ha asumido en la División Académica de Ciencias Biológicas de divulgar sus resultados en este espacio. Además se incluyen siete notas de temas que sin duda son de actualidad entre las que se encuentran dos asociadas al Congreso Mexicano de Ecología realizado en Villahermosa en 2013 y que nos permite tener información para reflexionar en las tendencias actuales de la investigación científica, además de los intereses de desarrollo de la región.

Desde esta sección queremos agradecer a los interesados en realizar contribuciones a esta revista, así como a los investigadores que han asumido la responsabilidad de apoyarnos en la revisión del material que recibimos. Aprovechamos también para reiterar la invitación a seguir considerando esta opción para publicar no solo por ser la revista de nuestra División, y esperamos que los alumnos tanto de maestría como de licenciatura no olviden este espacio para hacernos llegar sus contribuciones y reiterar que está abierto a todos los miembros de la comunidad universitaria.

Lilia Gama
Editor en Jefe

Rosa Martha Padrón López
Directora



Tratamiento de las aguas residuales de la DACBIOL-UJAT mediante lagunas de estabilización

Salvador Canto Rivera¹ & Gaspar López Ocaña²

¹División Académica de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Km. 1 carretera Cunduacán-Jalpa de Méndez; Cunduacán, Tabasco

²División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Km 0.5 carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya C.P. 86039. Villahermosa, Tabasco, México
salvadorcantorivera@hotmail.com / ocanagl77@hotmail.com

Resumen

La planta de tratamiento de aguas residuales existente en la DACBIOL tiene problemas de suficiencia hidráulica pues ya se rebasó su capacidad de tratamiento para la cual fue diseñada (40 m³/día), actualmente en la institución educativa se generan más de 120 m³/día, por ello se requiere evaluar la posibilidad de aplicar otro sistema de tratamiento que contribuya a tratar el caudal restante, este análisis debe valorar sus características procurando sean aplicables para optimizar los recursos. Las lagunas de estabilización representan una alternativa viable dada las condiciones climáticas, funcionales y constructivas del lugar pues favorecerán a la captura de carbono y protección del ecosistema donde se encuentran ubicadas.

Abstract

The existing wastewater treatment plant at DACBIOL has hydraulic problems because already exceeded its treatment capacity for which it was designed (40 m³/day), currently the school is generating more than 120 m³/day, therefore is required to assess the possibility of applying other treatment system to help treat the remaining flow, this analysis should assess their characteristics applicable attempting to optimize resources. Stabilization ponds represent a viable alternative given the climatic, functional and constructive conditions of the place to encourage carbon capture and protection of the ecosystem where they are located.

Introducción

La disposición de aguas residuales es un problema

que data desde la agrupación en comunidades de la población humana y que se ha tratado de resolver de diferentes maneras, desde depositarla en subterráneos hasta verterlas en cuerpos de agua existentes en el derredor, donde la naturaleza misma se encargaba de auto depurarlas. Actualmente las técnicas de tratamiento que se utilizan para depurarlas varían de acuerdo a necesidades, tanto de las aguas a tratar como del producto a obtener. Una variante que influye en la elección del método a seguir es el espacio con que se cuenta y las condiciones topográficas del sitio. Podríamos además contemplar los recursos a invertir y la disponibilidad del personal, equipo y reactivos a utilizar. Después de la elección de la tecnología, construcción y puesta en marcha, la planta de tratamiento requiere de una evaluación periódica que confirme su eficiencia en la remoción de contaminantes (Metcalf & Eddy, 1996; Crites *et al.*, 2000).

Antecedentes

La División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) actualmente cuenta con un sistema de tratamiento de las aguas domésticas siendo ésta, una tecnología Físicoquímica con Coagulación, Floculación y Filtración a base de Zeolitas, planta de tratamiento que fue adquirida en el año 2005 (Figura 1), dicho sistema de tratamiento es poco usual para aguas residuales domésticas ya que esta presenta variación de carga, caudal y temperatura (López *et al.*, 2012). Las aguas residuales que llegan a la planta poseen altas concentraciones de biológicos infecciosos (coliformes), y presencia de tóxicos peligrosos (Cd, Cu, Cr, Ni, Pb y cianuros), además de contaminantes básicos (pH, temperatura, DBO,

etc.), por lo que deben de contar con un tratamiento que elimine dichos contaminantes antes de ser descargadas a cuerpos receptores cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT-1996 (Osorio *et al.*, 2010).



Figura 1. Planta de tratamiento existente en la DACBiol.

Proceso de Tratamiento Actual

La planta de tratamiento fisicoquímica Zeolita de la DACBiol tiene el siguiente proceso:

1) Recepción primaria: mediante un sistema de drenaje subterráneo, las aguas llegan a un cárcamo-cisterna de 3x3x3 m, que tiene un espacio específico para atrapar los sólidos. Este almacenaje tiene instalado una bomba sumergible que eleva el agua hacia el siguiente sistema de tratamiento y en la recepción de la descarga tiene instalado un bypass para el excedente de agua que la planta no puede tratar.

2) Tanque de mezcla de coagulante: una vez bombeada el agua cruda llega al tanque de recepción de la planta, en él se le añade un coagulante, se utiliza para ello hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

3) Tanque de mezcla de floculante: este se realiza en el segundo tanque denominado de control, añadiendo para flocular sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$).

4) Canaleta de Floculación-Sedimentación: mediante la ayuda del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en

proporciones calculadas en 2,500 ppm, los sólidos disueltos contenidos en el agua residual son removidos en el sedimentador cuya forma de serpentín aumenta el tiempo de residencia para formar flóculos que se puedan depositar y filtrar.

5) Filtración: Después que el agua ha sido clarificada, se hace pasar en forma de llovizna a través de un manto de zeolitas, con granulometría de 1 a 3 mm, Este sistema trabaja mediante intercambio iónico.

6) Control de sólidos y escurrimientos: Por último, los sólidos que se generan durante el proceso de almacenamiento y tratamiento son controlados por una limpieza manual en forma periódica.

No siempre las plantas de tratamiento de aguas residuales tienen la eficiencia esperada a causa de deficiencias hidráulicas que ocasionan diferentes distribuciones de flujo y afectan los periodos de retención del agua en los reactores. Por esto, es necesario realizar evaluaciones durante la operación que permitan conocer el funcionamiento real de las unidades de tratamiento (López *et al.*, 2012).

Un factor determinante para la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales es el comportamiento hidráulico que la forma de la planta provoca (Sotelo, 2005), la presencia de espacios muertos, pues cuando la planta presenta incrementos de caudal se disminuye el tiempo de retención hidráulica la cual propicia cortocircuitos, disminuyendo la eficiencia de tratamiento por menor tiempo de contacto e incremento de velocidad dentro de las unidades, es decir, disminuye la efectividad de remoción de materia orgánica, sólidos suspendidos y organismos patógenos (Noyola, *et al.*, 2000; López *et al.*, 2012).

Problemática

La DACBiol de la UJAT, genera aguas residuales domésticas y de laboratorio, estas aguas residuales poseen tipologías contaminantes, las cuales pueden ser biológico infecciosas (aguas domésticas o sanitarias), tóxicas y peligrosas (aguas provenientes de los laboratorios) por lo que la NOM-001-SEMARNAT-1996 establece que se debe de cumplir con un tratamiento específico que elimine dichos contaminantes antes de ser descargadas a cuerpos receptores.

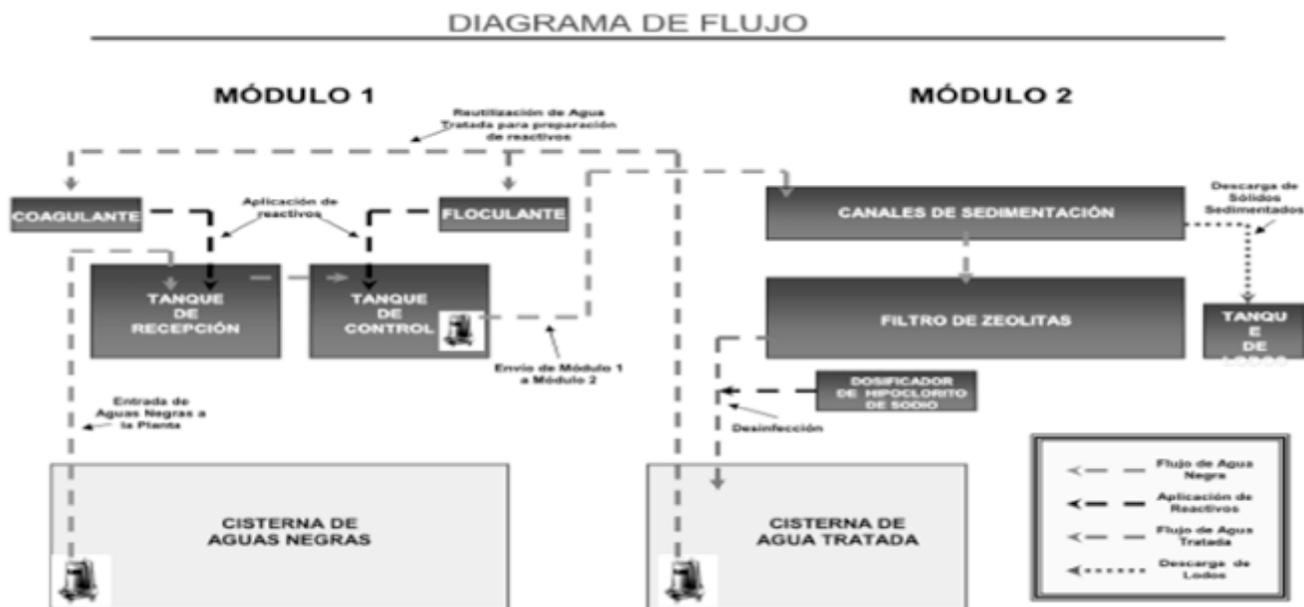


Figura 1. Diagrama de funcionamiento de la planta de Zeolitas (Fuente: Zeolitas e Insumos S.A. de C.V., 2012).

Tabla 1. Plantas de tratamiento fisicoquímico zeolita de las diferentes divisiones académicas de la UJAT en el estado de Tabasco.

Localidad	Estado	Lugar donde opera la planta	Capacidad (l/día)
Centro	Tabasco	Unidad deportiva UJAT	20,000
Centro	Tabasco	UJAT Bicentenario	40,000
Centro	Tabasco	DACBioI UJAT	40,000
Centro	Tabasco	DACBioI UJAT	10,000
Comalcalco	Tabasco	UJAT Facultad de Ciencias	20,000
Cunduacán	Tabasco	DAIA UJAT	10,000

Fuente: Zeolitas e Insumos S.A. de C.V., 2012

La UJAT, se ha comprometido en contrarrestar los efectos de la contaminación, creando mecanismos de regulación de las descargas de sus aguas de usos domésticos dentro de sus instalaciones por lo que ha instalado equipos para tratamientos con la finalidad de reducir hasta los límites permitidos la descarga de contaminantes sobre cuerpos de aguas. Actualmente la UJAT, es la única institución que ha implementado sistemas de tratamiento fisicoquímico dentro del estado, en sus diferentes divisiones académicas de los municipios de: Centro, Cunduacán y Comalcalco. En la Tabla 1 mencionamos la ubicación y capacidad de cada una

de las plantas con este sistema de tratamiento que existen en cada división.

Conforme a la caracterización efectuada en por Osorio *et al.* (2011), se concluye que la planta tiene serias deficiencias en el tratamiento de estas aguas residuales, rebasando los valores permitidos de Coliformes Fecales y Nitrógeno total. Sin embargo López *et al.* (2012), reportan que el sistema de tratamiento con capacidad de 40 m³/día, opera con una eficiencia de remoción que va de 66 a 84% y que esto se debe a la deficiencia de dosificación de coagulantes floculantes.

Mediante pruebas de tratabilidad efectuadas para determinar el consumo ideal de reactivos, como el $Al_2(SO_4)_3$ y $Ca(OH)_2$ los cuales son empleados como parte del proceso fisicoquímico del sistema de tratamiento de aguas residuales para remoción de contaminantes en concentraciones de 2,500 ppm para ambas sustancias, se obtuvo que las dosis óptima para el tratamiento están en un rango de 50 a 80 ppm de $Al_2(SO_4)_3$ y entre 40 y 50 ppm de $Ca(OH)_2$. Del mismo modo se observó que la planta de tratamiento en dos días evaluados presentan diferentes eficiencias remoción, una con el 75% y otra con -82%, esta eficiencia negativa hace ver que la planta tiene problemas de corto circuito por el arrastre de sólidos que deben ser atrapados en el canal sedimentador y el filtro, sin embargo al incrementar el caudal y por consecuencia su velocidad, las partículas se mueven con el fluido arrastrando aún a aquellas que ya han sido depositadas. El mantenimiento no se da adecuadamente cuando se requiere (la limpieza es semanal) y el material retenido azolva las unidades, reduciendo la capacidad de volumen provocando que el tiempo de retención hidráulica disminuya en la planta presentándose cortos circuitos (López *et al.*, 2012). También es importante aclarar que Osorio *et al.* (2011), afirma que la capacidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Zeolitas® de la DACBiol no es suficiente para el tratamiento de 24,937 L/semana (3.5 m³/día) de aguas residuales, sin embargo López *et al.* (2012), demuestra mediante aforo directo que en la DACBiol la

descarga general en el periodo el Q_{min} fue de 0.4 l/s (34.5 m³/día), el Q_{med} de 2.2 l/s (190.1 m³/día) y el $Q_{máx.Inst.}$ de 6.7 l/s (578 m³/día). En cuanto caudal que trata la planta, durante estos dos primeros cuatrimestres del 2012, el Q_{min} fue de 0.095 l/s (8.2 m³/día), el Q_{med} de 0.34 l/s (29.4 m³/día) y el $Q_{máx.Inst.}$ de 0.49 l/s (42.3 m³/día).

Propuesta

Haciendo un análisis del problema, y debido a que ya se rebasó la capacidad de diseño de la planta actual de la DACBiol, se propone la implementación de un nuevo sistema a base de lagunas estabilización (Anaerobia-Facultativa y Pulimento) de acuerdo a las ventajas dadas por Mara & Pearson (1992), acerca de su uso en zonas de clima cálido, reafirmando la propuesta realizada por Osorio *et al.* (2011) y, sin embargo usando los datos campo obtenidos durante la evaluación del 2012 por López *et al.* en la cual se evaluó que el consumo directo de agua por individuo es de 60 l/día, con un gasto medio diario estimado en 115 m³/día, considerando una población de 2,400 alumnos.

Ubicación y Características de la Planta

La ubicación de la planta dentro de la DACBiol es factible ya que actualmente las instalaciones de la institución solo ocupan 8.7 de las 22 ha del predio, quedando libres 13.3 ha de las cuales la planta ocuparía poco más de 1.5 ha incluyendo todas sus

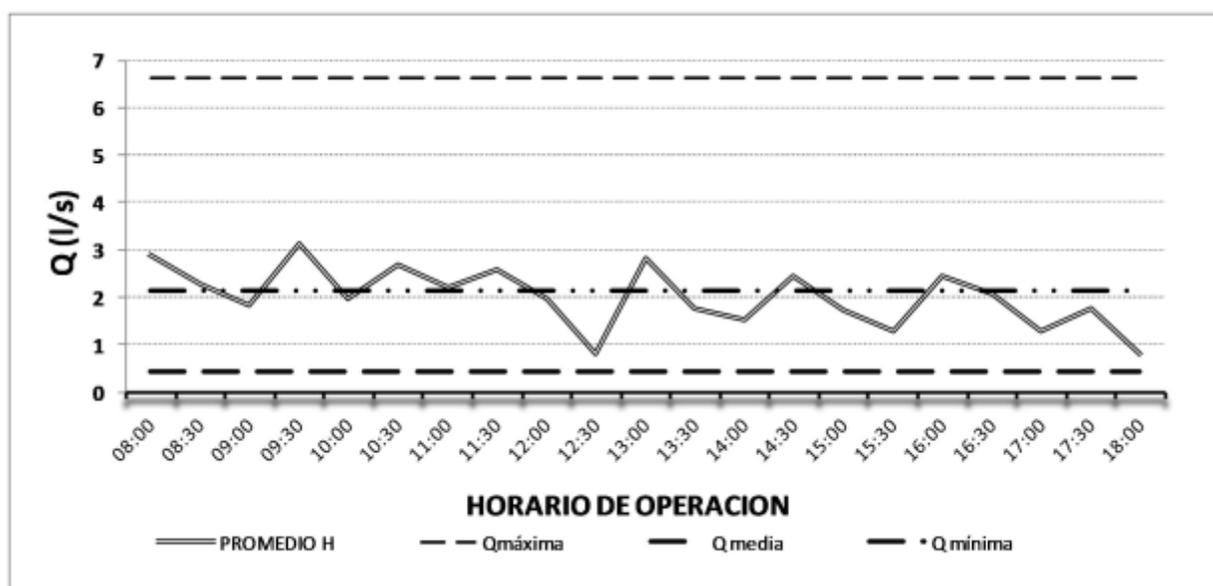


Figura 3. Q_{med} horario de la descarga general (Fuente: López *et al.*, 2012).

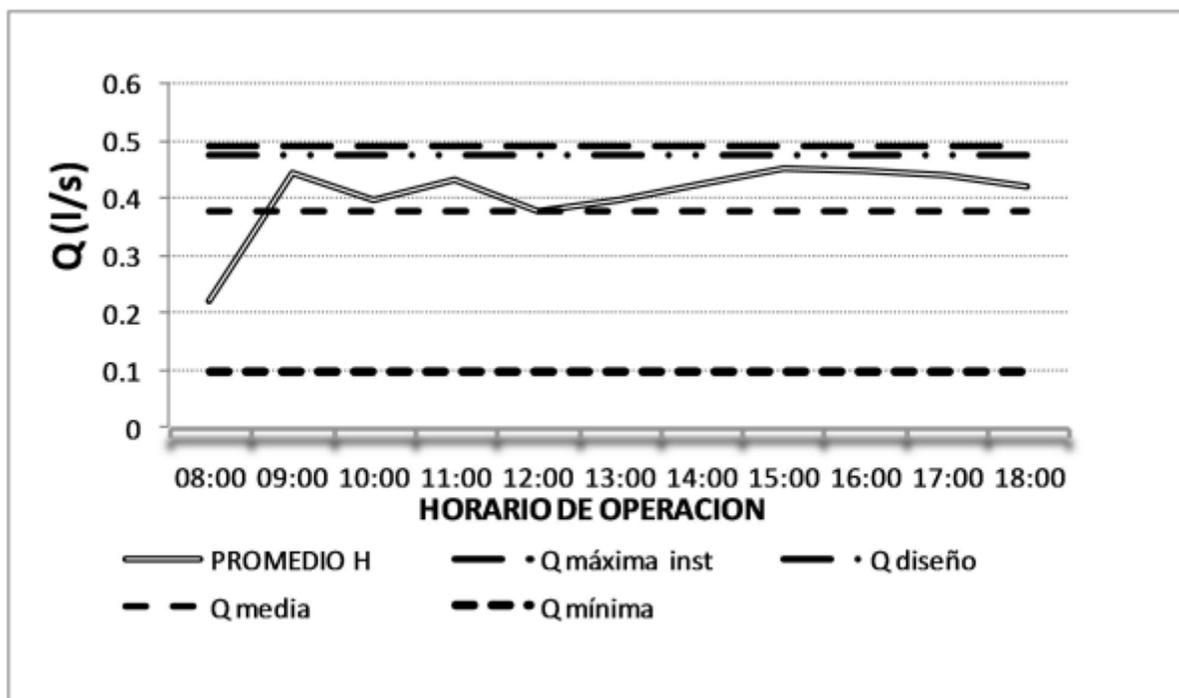


Figura 4. Q de operación promedio de la PTAR (Fuente: López *et al.*, 2012).

instalaciones adicionales, además cabe mencionar que el área a ocupar es un sistema de humedales naturales, la cual permanece inundada casi seis meses del año y se puede corroborar por la topografía del sitio (Cornelio & Canto, 2012).

La Figura 5 muestra una vista aérea de las instalaciones de la División, la línea amarilla representa los linderos del predio. Obsérvese que las instalaciones ocupan la zona este del predio. La planta podría ubicarse en el lado oeste, fuera de la zona lacustre, ubicada al norte del predio. Para definir mejor la configuración del terreno se ha efectuado el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico contándose ya con las curvas de nivel del predio de sus áreas no ocupadas (Cornelio & Canto, 2012).

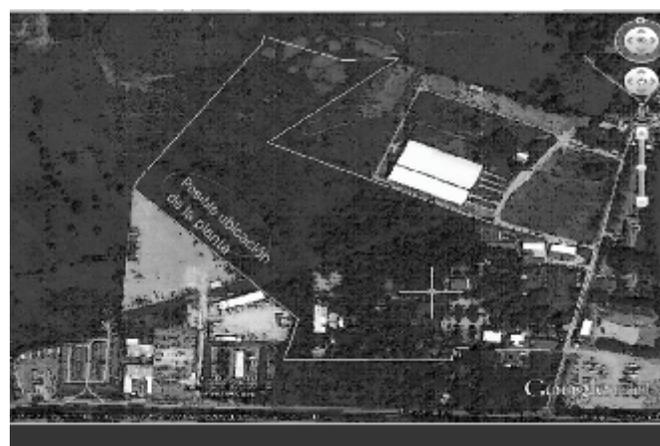


Figura 5. Vista Aérea de la DACBiol-UJAT (Fuente: Google Earth, 2012)

El diseño conceptual del sistema de tratamiento de aguas residuales es un sistema dual con capacidad para tratar 2.5 l/s dividido en dos módulos, capacidad que se proyectó para una población de proyecto de 4,500 habitantes, considerando que en los próximos 10 o 15 años se presente esta población dentro de DACBiol, todo el proyecto fue realizado en función a los criterios de diseño establecidos por CONAGUA e IMTA (1996-2007).

El proceso de tratamiento de las aguas residuales dará inicio con un cárcamo recolector de aguas que se colocará en el sitio de planta actual, el cual tendrá una capacidad de 33.3 m³, con un tiempo de retención 45 min, con capacidad para retener arenas de 2.64 m³. Cuando las descarga general de aguas sanitarias de la DACBiol se interconecten con el canal de la Planta de Tratamiento de Lagunas Anaerobias-Facultativas-Maduración que es suministrado mediante un canal, estas aguas pasan por un sistema de cribas, desarenador y vertedor

rectangular donde serán depositadas a dos tanques anaerobios en la primera fase del proceso, posteriormente a 2 módulos de tratamiento facultativos y finalmente a un tratamiento de maduración conjuntándose los dos módulos anteriores.

El sistema de rejillas es de cribado fino, el canal sobre el cual están sembradas las rejillas es 0.6 m de ancho, con un tirante de 0.02 m, bordo libre de 0.30 m y debe mantener una $S = 0.0002$ para mantener una velocidad promedio de diseño de 0.6 m/s. El sistema de tratamiento constará de 15 barras con una inclinación de 45° , la separación que habrá entre ellas será de 2.54 cm y cada barra tendrá un espesor de $\frac{1}{4}$ de pulgada. Tanto los canales como las rejillas de cribado están diseñados para una limpieza manual. El gasto máximo de entrada a cada rejilla será de 12.33 l/s, ya que el gasto total se dividirá entre 2 (número de módulos) y el gasto medio de entrada será de 2.5 l/s, y el gasto mínimo esperado será de 1.25 l/s. Las concentraciones medias de entrada serán las siguientes: 833 mg/l de DBO y 1,250 mg/l de SST. De lo reportado por la bibliografía de consulta se estima que cada rejilla puede tener una eficiencia de remoción del 6% de DBO; esto expresado en peso será de 14.4 Kg/día de materia removida con respecto a DBO.

Después de que el flujo pasa por el sistema de rejillas, el gasto entra a un tratamiento biológico anaeróbico que consta dos lagunas anaerobias, para el cual la velocidad de entrada al sistema es de 0.3 m/s por lo que la tubería de entrada es de 10"; en esta fase se eliminan partículas sólidas discretas y cierta fracción de no discretas por el fenómeno de arrastre. Las lagunas tendrán un área superficial de 380.25 m² en cada una, tendrá un tirante máximo de 3.0 m. Los 1.25 l/s circulantes tendrán un tiempo de retención de 4 días. Este tanque tendrá un volumen de captación de 600.75 m³. La concentración de DBO de entrada se estima en alrededor de 830 mg/l, y la concentración en el efluente estará en 200 y 300 mg/l dependiendo de las épocas del año pues la temperatura afecta la cinética de degradación, finalmente los coliformes que se estiman de entrada en 1.82x10⁶ NMP/100 ml, en el efluente estarán alrededor de 34,500 NMP/100 ml. El efluente sale por una caja de interconexión al sistema facultativo; con una velocidad de 0.3 m/s mediante una tubería de 6" de diámetro.

Después del proceso de sedimentación-digestión anaerobia el flujo es repartido en dos partes iguales y entra a dos sistemas de lagunas facultativas que se encuentran trabajando en paralelo. Estos sistemas constan de tirante de 2.0 m, un área superficial de 620.5 m² cada una, este sistema tienen un rango de eficiencia de 77 a 80% de remoción de DBO, mantendrá volumen de 806.0 m³ cada una y un tiempo de retención de 7 días. La velocidad de entrada será de 0.3 m/s por medio de una tubería de 6" de diámetro, el gasto de entrada a cada módulo será de 1.25 l/s. Los coliformes que se estiman en el efluente estarán alrededor de 400 NMP/100 ml. La salida del efluente pasa por una tubería de 6".

El sistema de pulimento que es para la eliminación de patógenos en el agua tendrá las siguientes dimensiones: tendrá un área superficial de 1,268.25 m², contará con un tirante de 1.5 m, el tiempo que el gasto permanecerá en este módulo será de 7 días, contará volumen de 1,533.9 m³ respectivamente. La eficiencia de remoción de este módulo con respecto a DBO va del 76 al 80% de remoción, teniendo una concentración de salida de 4 a un 10 mg/l de DBO. Los coliformes que se estiman en el efluente estarán alrededor de 3 NMP/100 ml, por tanto el sistema de lagunas de estabilización se estima que tiene una eficiencia de remoción de coliformes fecales de un 99.9998%.

Tabla 2. Datos de las lagunas Anaerobias-Facultativas-maduración.

Datos de proyecto	
Población de proyecto	4,500 hab
Q_{med}	2.5 l/s
Q_{min}	1.25 l/s
$Q_{max inst}$	8.22 l/s
$Q_{max ext}$	12.33 l/s
Carga orgánica unitaria	40 gr/hab/día
Carga orgánica total	180 kg/día
Concentración	833 mg/l
Laguna 1 (Anaerobia) 2 Módulos	
Tiempo de retención hidráulica	4 Días
Volumen del Laguna	600.75 m ³
Concentración de entrada	766.7 mg/l
Concentración de salida	318.2 mg/l
Eficiencia mínima	53%
Eficiencia máxima	64%
Tirante	3.0 m

Laguna 2 (Facultativa) 2 Módulos	
Tiempo de retención hidráulica	7 días
Volumen del Laguna	806.0 m ³
Concentración de salida	71.6 mg/l
Concentración de entrada	318.2 mg/l
Eficiencia mínima	62%
Eficiencia máxima	71%
Tirante	2.5 m
Laguna 3 (Maduración)	
Tiempo de retención hidráulica	7 Días
Volumen de la Laguna	1,535.81 m ³
Concentración de entrada	71.6 mg/l
Concentración de salida	15.7 mg/l
Eficiencia mínima	75.91%
Eficiencia máxima	80%
Tirante	1.5 m
Datos del sistema	
Descarga a cuerpo receptor	Humedales naturales de la DACBiol
Eficiencia requerida	74.24-96.4%
Eficiencia total del proceso	96.1-98.27%
Eficiencia de remoción de coliformes	99.998%

Conclusiones

La actual planta de tratamiento por estar rebasada en su capacidad hidráulica requiere ser sustituida o por lo menos el excedente de agua no tratada requiere ser depurada, presentándose como alternativa un sistema de lagunas facultativas por su sencillez de construcción, mantenimiento y conservación, aunado a la disponibilidad de espacio. Deberá de desarrollarse la ingeniería para el proyecto ejecutivo para la construcción de la planta. Se debe integrar al proyecto un manual de operación y, contemplarse su desazolve y mantenimiento.

Los gastos actuales y de diseño del sistema de tratamiento propuestos son: gasto medio diario estimado en 115 m³/día, para una población de 2,400 alumnos y 216 m³/día para 4,500 alumnos respectivamente, considerando una vida útil de 25 años.

El área a ocupar dentro de la DACBiol por el sistema de lagunas sería de 1.5 ha aproximadamente, un 6.8% del área del polígono del predio. La planta se ubicaría en zona aislada del contacto directo de la población estudiantil.

La eficiencia de remoción de DBO₅ esperada del proceso es igual o superior a la eficiencia requerida. La remoción de coliformes es prácticamente total (99.998%).

Literatura citada

CONAGUA e IMTA. 1996-2007. *Manual de Diseño de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.* Gerencia de Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Méx. D.F.

Cornelio Palacio, A. y Canto Rivera, S. 2011. *Levantamiento topográfico de la DACBiol, UJAT.* Reporte Técnico. Dirección de Construcción, UJAT. Villahermosa, Tabasco.

Crites, R.; y Tchobanoglous, G. 2000. *Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados.* Tomos 1, 2 y 3. Editorial McGraw Hill. Bogotá, Colombia.

Google Earth. 2012. Imágenes de la DACBiol-UJAT. 15 Q 502664.58 m E, 1989244.38 m N.

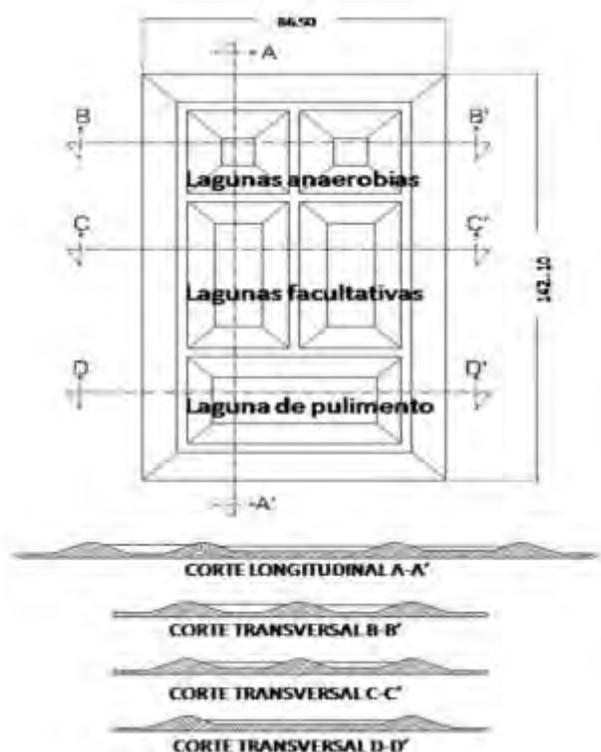


Figura 6. Dimensiones de Lagunas Facultativas a sembrar.

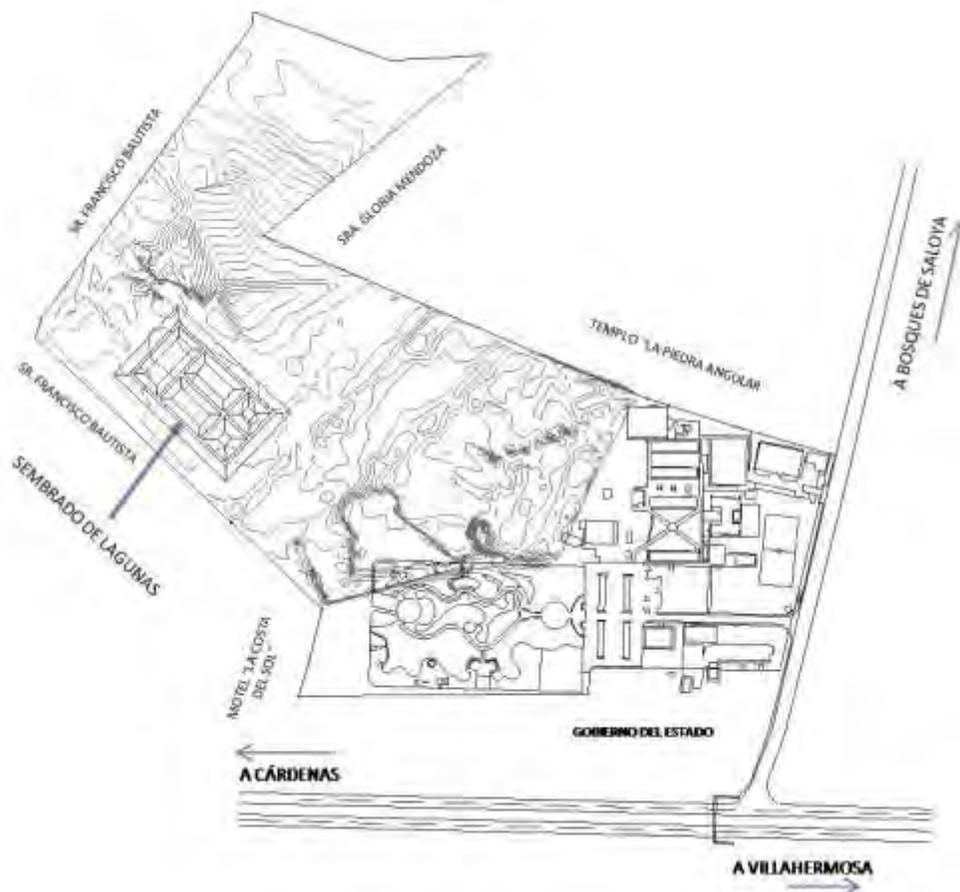


Figura 7. Planta topográfica del predio con sembrado de lagunas.

López Ocaña, G.; Padrón López, R.M.; Torres Balcázar, C.A.; Canto Rivera, S. y Méndez Angulo, S. 2012. *Evaluación y Optimización del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la DACBiol, (tecnología, fisicoquímica y filtración con Zeolita)*. Reporte Técnico. DACBiol-UJAT. Villahermosa, Tabasco.

Mara, D. & Pearson, H. 1992. *Waste Stabilization Ponds: Design Manual for Eastern Africa*. England: LeeDs.

Metcalf & Eddy. 1996. *Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización (I y II)*. México, D.F., México: McGraw Hill.

Noyola R., A.; Vega G., E.; Ramos H., J.G. y Calderón M., C. 2000. *Alternativas de tratamiento de aguas residuales*. Tercera edición. Manuales IMTA. México.

Osorio, J.R., Canepa, J.R., & Paz, R.C. 2011. Caracterización y Propuesta de Tratamiento de aguas residuales generadas en la División Académica de Ciencias Biológicas UJAT. *Kuxulkab' Revista de Divulgación*, XVII(32) Enero-Junio: 61-70

Sotelo, G. 2005. *Hidráulica General I, Fundamentos*. México, D.F. 561 p.

Zeolitas e Insumos S.A. de C.V. 2012. <http://www.zeolitas.info/np.htm>

CONTENIDO

Estimación y valorización de residuos electrónicos generados en Tabasco	5
MARÍA ANTONIETA ZARDÁN ALBAREZ & CHRISTIAN ALEJANDRA VIDAL SIERRA	
Validación de métodos analíticos en laboratorios de ensayo de aguas residuales	11
MELINA DEL CARMEN URIBE LÓPEZ, ROCÍO LÓPEZ VIDAL & CLAUDIA PALOMA RAMOS MAYO	
Tratamiento de las aguas residuales de la DACBiol-UJAT mediante lagunas de estabilización	19
SALVADOR CANTO RIVERA & GASPAR LÓPEZ OCAÑA	
Inducción a la síntesis de vitelogenina plasmática en machos de pejelagarto (<i>Atractosteus tropicus</i>) Mediante el uso de 17 β Estradiol	27
RAFAEL MARTÍNEZ GARCÍA, ULISES HERNÁNDEZ VIDAL, ARLETTE HERNÁNDEZ FRANYUTTI, WILFRIDO MIGUEL CONTRERAS SÁNCHEZ & CARLOS ALFONSO ÁLVAREZ GONZÁLEZ	
Manejo integral de pilas y baterías agotadas en la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	31
ISRAEL ÁVILA LÁZARO, JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA, ROSA MARTHA PADRÓN LÓPEZ & RUDY SOLÍS SILVAN	
Axolotl: el auténtico monstruo del Lago de Xochimilco	41
MARÍA CELIA ZAPATA GUTIÉRREZ & LUIS GUILLERMO SOLÍS JUÁREZ	
Tratamiento de aguas residuales mediante humedales artificiales	47
OSCAR MANUEL SIERRA PECH & GASPAR LÓPEZ OCAÑA	
Importancia del análisis de la interacción espacio-temporal de la expansión urbana y los eventos de inundación en el municipio del Centro, Tabasco	57
VIOLETA CABALLERO POTENCIANO & EUNICE PÉREZ SÁNCHEZ	
Poliestireno Expandido (EPS) y su problemática ambiental	63
CRYSTELL MARTÍNEZ LÓPEZ & JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA	
Ciencias Biológicas de la UJAT: dimensión humana y manejo de los recursos naturales	67
JOSÉ A. OSEGUERA PONCE	
Reflexiones sobre el futuro de la ecología en México: discurso a la entrega de la Medalla al Merito en Ecología de la SCME	79
ARTURO GÓMEZ-POMPA	
IV Congreso Mexicano de Ecología: conocimiento ecológico para la toma de decisiones	81
ROSA MARTHA PADRÓN LÓPEZ & FERNANDO RODRÍGUEZ QUEVEDO	



ISSN - 1665 - 0514