



ISSN 2448-508X

# KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 24

Número 49

Mayo-Agosto 2018



**PROGRAMA DE ACCIÓN DE LA DACBioI:  
«Escuela Carbono Neutro»**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
División Académica de Ciencias Biológicas

« REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA »



**VISTA AÉREA DE LAS INSTALACIONES DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS (DACBioI).**  
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).  
Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: Alma Deysi Anacleto Rosas, José Ángel Gaspar Génico y CECOM (UJAT).*



# UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE ”

#### DIRECTORIO

Dr. José Manuel Piña Gutiérrez  
Rector

Dra. Dora María Frías 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

Dr. Raúl Germán Bautista Margulís  
Coordinador de Investigación y Posgrado, DACBIOL-UJAT

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

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

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

#### COMITE 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  
Lic. Ydania del Carmen Rosado López  
Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez (†)  
Diseñadores

L.Comp. José Juan Almeida García  
Soporte técnico institucional

M.Arq.; M.A.C. Marcela Zurita Macías Valadez  
Traductor

Pas. Lic. Biología José Francisco Juárez López  
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

ISSN 2448-508X

# 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](http://www.revistas.ujat.mx); por otro lado se halla citada en:

PERIÓDICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias):  
[www.dgbiblio.unam.mx](http://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](http://www.latindex.unam.mx/index.html)

#### Nuestra portada:

Programa Divisional «Escuela Carbono Neutro»

#### Diseño de:

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

#### Fotografías de:

Imagen cortesía y obtenida del manuscrito publicado en Kuxulkab' 24(49) del 2018.

KUXULKAB', año 24, No. 49, mayo-agosto 2018; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL). 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](mailto: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: 07 de mayo del 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBIOL 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 este número 49 (mayo-agosto, 2018) de **KUXULKAB'**, se publican cuatro interesantes artículos que nos introducen a temas importantes alusivos a la Agenda 2030, como una estrategia para mantener informados a nuestros lectores de los avances en el interés de lograr la sustentabilidad en nuestra región. A continuación, brindamos una corta reseña sobre las aportaciones expuestas en este número de la revista.

«*La innovación alternativa inminente en los sistemas de drenaje pluvial para minimizar las inundaciones*»; en esta época de importantes avances tecnológicos, este artículo nos da a conocer el desarrollo de una innovación que aporta una interesante solución a un manejo sustentable del agua de lluvia.

«*Eficacia de la normatividad protectora de las hicotetas ('Trachemys venusta') en Tabasco*»; en esta aportación se discute el proceso de aplicación de la legislación, en la acción de conservación de una especie importante en la región, como una estrategia para analizar cómo esta intención normativa contribuye al rescate de la biodiversidad del Estado.

«*Qué hace una institución carbono neutro*»; en dicho documento se señala el compromiso que la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL), tiene en relación a detener el avance del calentamiento global, a través del análisis de sus emisiones de gases de efecto invernadero.

«*Los hermosos tonos rojizos de los atardeceres*»; aquí se realiza una reflexión respecto a las interacciones físicas y químicas que se dan en la atmósfera, y que han intrigado a las diferentes culturas durante toda la historia de la humanidad.

Siempre es grato tener la oportunidad de reconocer el interés de la comunidad en considerarnos como un espacio para compartir sus resultados, reflexiones e ideas, en el fortalecimiento de la divulgación científica. Este trabajo solo es posible gracias a la labor comprometida de los investigadores que nos apoyan en la revisión y dictamen del material que nos hacen llegar, con el fin de garantizar la calidad de nuestra revista. De la misma forma reiteramos mi reconocimiento al grupo editorial que da seguimiento al proceso de las contribuciones que se reciben, su apoyo profesional es lo que nos permite mantener nuestra publicación. Cabe señalar, que con más de dos décadas del decidido impulso que las autoridades de la División Académica de Ciencias Biológicas da a **KUXULKAB'**, ratificamos nuestra invitación a utilizar esta plataforma de divulgación para compartir la información que desde cada uno de sus áreas de trabajo generan día a día.

*Lilia María Gama Campillo*  
EDITOR EN JEFE DE KUXULKAB'

*Rosa Martha Padrón López*  
DIRECTORA DE LA DACBIOL-UJAT

# Contenido

---

## **LA INNOVACIÓN ALTERNATIVA INMINENTE EN LOS SISTEMAS DE DRENAJE PLUVIAL PARA MINIMIZAR LAS INUNDACIONES 05-17**

IMMINENT ALTERNATIVE INNOVATION IN STORM DRAINAGE SYSTEMS TO MINIMIZE FLOODS

*Noemí Méndez de los Santos, Carlos Rodríguez Jiménez & Gaspar López Ocaña*

## **EFICACIA DE LA NORMATIVIDAD PROTECTORA DE LAS HICOTEAS (*Trachemys venusta*) EN TABASCO 19-30**

EFFECTIVENESS OF THE PROTECTIVE NORMATIVE OF HICOTEAS (*Trachemys venusta*) IN TABASCO

*Virgilio Gómez Aguilar, Jesús Antonio Ramos Ferrer & Jorge Víctor Hugo Mendiola Campuzano*

## **¿QUÉ HACE A UNA INSTITUCIÓN CARBONO NEUTRO? 31-36**

WHAT MAKES AN INSTITUTION CARBON NEUTRAL?

*Lilia María Gama Campillo & Fernando Rodríguez Quevedo*

## **LOS HERMOSOS TONOS ROJIZOS DE LOS ATARDECERES 37-41**

THE BEAUTIFUL REDDISH TONES OF SUNSETS

*Lilia María Gama Campillo & Eduardo Javier Moguel Ordóñez*

---



# LA INNOVACIÓN ALTERNATIVA INMINENTE EN LOS SISTEMAS DE DRENAJE PLUVIAL PARA MINIMIZAR LAS INUNDACIONES

## IMMINENT ALTERNATIVE INNOVATION IN STORM DRAINAGE SYSTEMS TO MINIMIZE FLOODS

Noemí Méndez de los Santos<sup>1✉</sup>, Carlos Rodríguez Jiménez<sup>2</sup> & Gaspar López Ocaña<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Civil; Maestra en Ingeniería y Protección Ambiental (MIPA) por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT); estudiante del Doctorado en Ciencias en Ecología y Manejo de Sistemas Tropicales (DEST) de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiología) de la UJAT. Actualmente profesora de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Villahermosa (ITVH). <sup>2</sup>Ingeniero Civil; Maestro en Valuación. Actualmente profesor-investigador del ITVH. <sup>3</sup>Licenciado en Ingeniería Ambiental; Maestro en Ingeniería y Protección Ambiental; Doctor en Ciencias en Ecología y Manejo de Sistemas Tropicales (DEST) por la UJAT. Profesor-Investigador e integrante del Cuerpo Académico consolidado de «Evaluación y Tecnología Ambiental»; así como colaborador del «Laboratorio de Tecnología del Agua» en el Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales (CICART) de la DACBiología-UJAT.

Instituto Tecnológico de Villahermosa (ITVH): Carretera Villahermosa-Frontera km 3.5; Ciudad Industrial; C.P. 86010; Villahermosa, Tabasco; México.

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiología); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT): Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86039; Villahermosa, Tabasco; México.

✉ mimilla6566@hotmail.com

### Como referenciar:

Méndez de los Santos, N.; Rodríguez Jiménez, C. & López Ocaña, G. (2018). La innovación alternativa inminente en los sistemas de drenaje pluvial para minimizar las inundaciones. *Kuxulkab'*, 24(49): 05-17, mayo-agosto. DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab'.a24n49.2482>

### Disponible en:

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

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

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab'.a24n49.2482>

## Resumen

En esta investigación se desarrolló una propuesta de ingeniería innovadora de un colector pluvial que permite mejorar el funcionamiento de las redes de alcantarillado. Se analizó con métodos ingenieriles que nos permiten garantizar su capacidad para soportar los esfuerzos recibidos por el tránsito vehicular y empujes del suelo. Es altamente eficiente ante el fenómeno meteorológico pluvial al ser capaz de atrapar a los residuos finos en los tres desarenadores que tiene integrados y detener los residuos sólidos que la escorrentía transporta en una canastilla que esta puesta en un cajón perforado y colocado de manera estratégica al lado de la guarnición. Es 100 % prefabricado con cimentación incluida que se evaluó para garantizar un costo rentable. Se espera que esta alternativa sea utilizada para que estos prototipos se instalen en zonas de alto impacto con precipitaciones pluviales altas.

**Palabras clave:** Colector; lluvia; urbanización; contaminación; sustentabilidad.

## Abstract

This research developed an innovating engineering proposal of a storm drainage system that allows to improve the operation of the sewerage networks. It was analyzed through engineering methods, that allow us to guarantee its capacity to withstand the received from vehicular traffic and the soil pressure. It is highly efficient facing rainy events because it is capable to trap the fine residues in the three grit chambers that are integrated and to keep the solid residues that runoff could transport in a basket that placed in a perforated box and located in a strategic way besides the road curb. It is 100 % prefabricated including its foundation that was evaluated to guarantee a rentable cost. The expectation with this alternative is to install this prototypes in high impact areas with high precipitations.

**Keywords:** Collector; rain; urbanization; pollution; sustainability.

Las precipitaciones pluviales es un fenómeno de la naturaleza que afecta a las ciudades de todos los países; las autoridades deben de manera urgente implementar estrategias en los sistemas de alcantarillado para evitar daños severos y catástrofes protegiendo a las poblaciones.

Instituciones afirman que, un sistema de alcantarillado pluvial, es un trabajo de ingeniería que busca la eficiencia y la economía. Su función es el manejo, control y conducción de la escorrentía de las aguas de lluvia y llevarla a sitios donde no provoquen daños e inconvenientes a los habitantes de las ciudades (SIAPA, 2014). Deben garantizar el rápido desalojo de las aguas de lluvia para evitar molestias, daños materiales y humanos debido a su acumulación o escurrimiento superficial. Su importancia se manifiesta, especialmente, en zonas con altas precipitaciones y superficies poco permeables (CNA, 2007). También se debe garantizar la vida útil de las estructuras de captación, por lo que el Instituto Mexicano del Cemento y Concreto (IMCYC) en 1999, destaca las mejoras de las estructuras prefabricadas de concreto en cuanto a control de calidad y duración de este proceso constructivo.

El Departamento de Reducción del Riesgo de Desastres, de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR), (ONU, 2015) resaltó la necesidad que tienen las áreas urbanas para dedicar fondos para reducir los efectos de inundaciones repentinas. Subrayó que éstas suelen llegar sin apenas signos previos, por lo que a menudo causan la pérdida de vidas humanas y otros graves daños, por lo que alientan a fomentar la inversión en infraestructura eficiente, incluyendo una mejor canalización del agua caída y de los sistemas de drenaje.

Las inundaciones en la Ciudad de México siguen presentándose, aunque la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en 2014 informó que el 89 % de la población mexicana tiene cobertura de alcantarillado; por otra parte, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) afirma que la mitad de los encharcamientos en la Ciudad de México se pueden prevenir, ya que el 50 % de las inundaciones son provocadas por la acumulación de desechos en la vía pública (Notimex 2017a, 2017b).

La CONAGUA (2013) informa que en Villahermosa Tabasco se han presentado inundaciones debido, principalmente, a que no se cuenta con un sistema de drenaje pluvial eficiente en su funcionamiento hidráulico y estructural capaz de coleccionar las aportaciones requeridas, afectando periódicamente a la población. Por otro parte, en dicha ciudad diariamente se recolectan 700 toneladas de basura; de esta cifra, 25 toneladas son residuos sólidos que los ciudadanos arrojan a las calles, entre estos figuran: envases de plástico, bolsas de frituras, empaques, latas, entre otros; representando el 3.5 por ciento del total, es decir, que por cada 1,000 habitantes se generan al día 40 kilogramos de desechos sólidos (De la Cruz, 2015), provocando se tapen los colectores pluviales durante las lluvias, generando encharcamientos en las principales vías y colonias (Notimex, 2014).

*«En Villahermosa Tabasco (México) se han presentado inundaciones debido a la falla en el sistema de drenaje pluvial; además de existir una recolecta diaria de 700 toneladas de basura, entre las que se encuentran: envases de plástico, bolsas de frituras, empaques, latas, entre otros»*

CONAGUA (2013)



Se han realizado diversas investigaciones sobre cómo mejorar los sistemas de drenajes pluviales, por ejemplo Rodríguez & Vergara (2013) utilizaron depósitos de detención diseñados para almacenar temporalmente los volúmenes de escorrentía para captar los materiales finos suspendidos que favorecen la sedimentación, con base en medidas estructurales de acuerdo a las nuevas Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS).

Banda & Bermeo (2012), diseñaron un sistema de alcantarillado mixto que no permitiera sedimentar los desechos sólidos, con la finalidad de mejorar el desagüe de aguas pluviales y residuales, evitando el azolve de material fino en su infraestructura. Padilla & Ayala (2009), destacaron la necesidad de construir desarenadores, ubicados de manera estratégica antes del ingreso de las aguas de lluvias a la red de colectores, para facilitar la captación de materiales granulares y coloidales que la escorrentía superficial transporta.

Por otra parte, Terán (2010) resaltó el uso de un sistema estructural prefabricado, ya que hace posible un avance rápido durante la construcción de una edificación y da por resultado obras más limpias, ahorro en cimbras y un mejor control de calidad. Dado que los elementos prefabricados se elaboran en plantas industriales, es posible emplear concretos de alto desempeño durante su fabricación. En términos de sustentabilidad, lo anterior no sólo suele reflejarse en menores costos directos, sino en una disminución importante del uso de recursos naturales.

Sin embargo, encontramos ausencia de investigaciones en donde, el planteamiento principal, se enfocará sobre el desarrollo de colectores pluviales que tengan la capacidad de retener los desechos sólidos y finos, además que estén elaborados con un material lo suficientemente resistente a las cargas con las que interactúan estos elementos, sean capaces de minimizar los efectos de las precipitaciones y los tiempos de ejecución de estas obras.

Es por ello que en esta investigación se rediseñó un colector pluvial tipo boca de tormenta en el que se evaluó la eficiencia técnica y económica para su aplicación en comunidades urbanas. Se espera que, las autoridades e iniciativa privada, lo promuevan con la finalidad de generar condiciones de seguridad para proteger a la población y sus bienes inmuebles de las inundaciones y encharcamientos.

### **La innovación estrategia del mundo moderno**

La innovación es una de las estrategias que investigadores deben utilizar en hacer propuestas que permitan a las sociedades modernas vivir en armonía con la naturaleza. Chacón (2017), afirma que hay que crear procesos de innovación con universidades, institutos gubernamentales, departamentos de diseño, otras categorías y otros entes fuera de contexto conocido, esto es cada vez más relevante, a partir de la necesidad de múltiples puntos de vista.

La innovación es cuando se implementa algo nuevo que añade valor y se cuenta con un parámetro para medir ese 'extra' que se consiguió. Se puede aplicar de diferentes formas, pero la mejor forma de innovación es la que suma sostenibilidad (Hernández, 2017).

La Cámara de Comercio de España (CCE) en 2017, define que, a menudo se asocia la innovación con una actividad relacionada con la creatividad, el azar o la inspiración de un momento. Pero estos elementos, que pueden ser importantes para que se dé el proceso de innovación, son sólo algunos de los componentes que intervienen en dicho proceso. En efecto, tener ideas es sencillo, tener buenas ideas ya es más complicado, pero lo que realmente constituye un reto estratégico para las empresas, es generar continuamente buenas ideas y convertirlas en productos y servicios con éxito comercial en el mercado. Eso es lo que llaman <gestión de la innovación>, centrada en estos casos en innovación en producto/servicio.

Todo lo anterior, nos permite reafirmar que, la innovación, también debe de vincularse y plantearse desde la educación investigativa.

### **Sistemas de alcantarillado actuales**

La Comisión Nacional del Agua en el (2013), describe que, en la mayoría de las ciudades se tiene la necesidad de desalojar el agua de lluvia para evitar que se inunden las viviendas, los comercios, las industrias y otras áreas de interés. Además, el hombre requiere deshacerse de las aguas que han servido para su aseo y consumo.

Para abastecer de agua a las poblaciones, se cuentan con tecnologías para la captación, almacenamiento, tratamiento y distribución del agua mediante complicados sistemas de conducción y obras complementarias. Sin embargo, una vez que las aguas procedentes del abastecimiento son empleadas en las múltiples actividades humanas, son contaminadas con desechos orgánicos, inorgánicos y bacterias patógenas.

Después de cierto tiempo, la materia orgánica contenida en el agua se descompone y produce gases con olor desagradable. Además, las bacterias existentes en el agua causan enfermedades. Por lo que la disposición o eliminación de las aguas de desecho o residuales debe ser atendida convenientemente para evitar problemas de tipo sanitario.

Por otra parte, la construcción de edificios, casas, calles, estacionamientos y otros, modifican el entorno natural en que habita el hombre y tiene como, algunas de sus tantas consecuencias, la creación de superficies poco permeables (que favorece a la presencia de una mayor cantidad de agua sobre el terreno) y la eliminación de los cauces de las corrientes naturales (que reduce la capacidad de desalojo de las aguas pluviales y residuales).

Así, la urbanización incrementa los volúmenes de agua de lluvia que escurren superficialmente, debido a la impermeabilidad de las superficies de concreto y pavimento. Por ello, las conducciones artificiales para evacuar el agua, son diseñadas con mayor capacidad que la que tienen las corrientes naturales existentes. Los sistemas de alcantarillado se encargan de conducir las aguas de desecho y pluviales captadas en los sitios de asentamiento de las conglomeraciones humanas para su disposición final.

### Tipos de sistemas de alcantarillado

Los sistemas de alcantarillado modernos son clasificados como, sanitarios cuando conducen solo aguas residuales; pluviales cuando transportan únicamente aguas producto del escurrimiento superficial del agua de lluvia (figura 1); y combinados cuando llevan los dos tipos de aguas (figura 2). Debido al deterioro ocasionado al medio ambiente y por los procesos de tratamiento, es conveniente la construcción de sistemas separados.

Los sistemas de alcantarillado separados o combinados, tienen ventajas y desventajas entre sí; como ventajas tienen el captar, tanto, las aguas residuales como las pluviales, con lo cual el diseño, construcción y operación en apariencia es más económico. En este aspecto, los sistemas separados implican mayores inversiones y pueden resultar menos atractivos, especialmente cuando una población contará por primera vez con un sistema de alcantarillado. La conveniencia de utilizarlos es que los volúmenes de aguas pluviales son muy superiores a los correspondientes de aguas residuales en proporción de 50 a 200 veces o más en zonas tropicales.

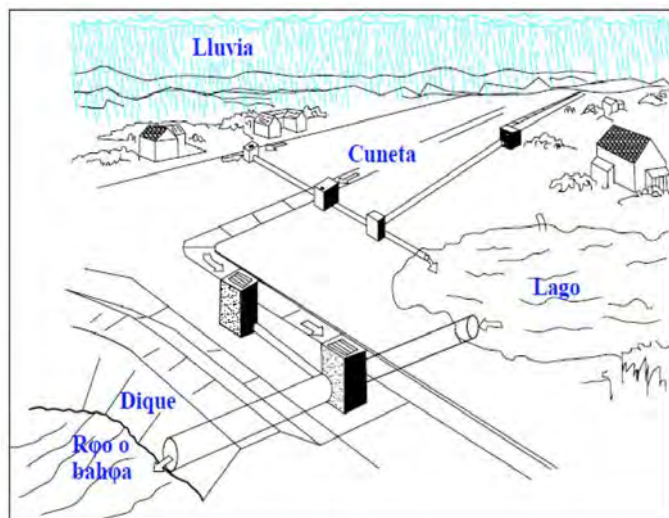


Figura 1. Sistema de alcantarillado pluvial (CNA, 2013).

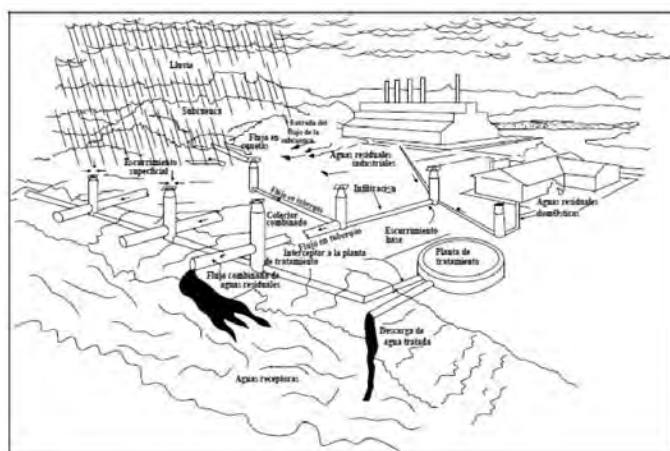


Figura 2. Sistema de alcantarillado combinado (CNA, 2013).

Así, una planta de tratamiento es más económica si solo se encarga de tratar aguas residuales de cierto tipo. Un factor más a favor de los sistemas de alcantarillado separados se debe a la mayor demanda de agua en las poblaciones, producto de su crecimiento, a la escasez de la misma cerca de ellas, y en este aspecto se desarrollan acciones encaminadas al reuso del agua y del agua de lluvia.

### Reúso del agua proveniente del alcantarillado pluvial

El uso racional del agua implica emplearla eficientemente en las diversas actividades del hombre, disminuir su desperdicio y contaminación. México se ha orientado a implementar la cultura del agua. La base de todo esto consiste en fomentar en la población, industria y autoridades, la conciencia de que el agua es limitada en su disponibilidad, ya sea por la cantidad o por la calidad que se requiere. Por ello, debe usarse adicionalmente este recurso, conservando las fuentes y evitando su deterioro.

Para cuidarla se pueden emprender diversas acciones, entre las que se encuentran, el empleo de agua tratada en usos que se han dado con agua potable, pero admiten una calidad como la que se obtiene con el tratamiento (por ejemplo, en el enfriamiento de maquinarias industriales) y el reúso del agua. Se le llama aguas tratadas a aquellas provenientes del alcantarillado (sanitario, pluvial o combinado) que son procesadas en una planta para mejorar su calidad que puede ser no potable, pero que, permite la utilización de ella en industrias, riego de jardines, cultivos y para fines estéticos en fuentes, lagos, entre otros.

El agua de lluvia puede ser utilizada, con un tratamiento ligero, o incluso, sin tratamiento cuando se cuenta con las estructuras necesarias de conducción y almacenamiento sin alterar lo más mínimo su calidad. El empleo del agua pluvial puede ser muy provechoso en las poblaciones, sin embargo, requiere de obras y el establecimiento de normas adicionales de operación. Es importante que el profesional encargado de diseñar los sistemas de alcantarillado modernos considere en sus proyectos el empleo del agua de lluvia residual tratada. Un aspecto importante, que no se puede pasar por alto, se refiere a la recarga artificial de acuíferos. Lo cual es fundamental en los lugares donde la escasez del líquido ha provocado la sobreexplotación de los mantos, lo que está agotando la fuente subterránea, deteriorando la calidad de agua o produciendo hundimientos del terreno.

### Disposición final del agua captada

Se le llama disposición final al destino que se le dará al agua captada por un sistema de alcantarillado. En la mayoría de los casos, las aguas se vierten a una corriente natural que pueda conducir y degradar los contaminantes del agua.

En este sentido, se cuenta con la tecnología y los conocimientos necesarios para determinar el grado en que una corriente puede degradar los contaminantes e incluso, se puede determinar el número, espaciamiento y magnitud de las descargas que es capaz de soportar.



**Fotografía 1.** Inspección de los colectores ubicados en la zona de estudio.

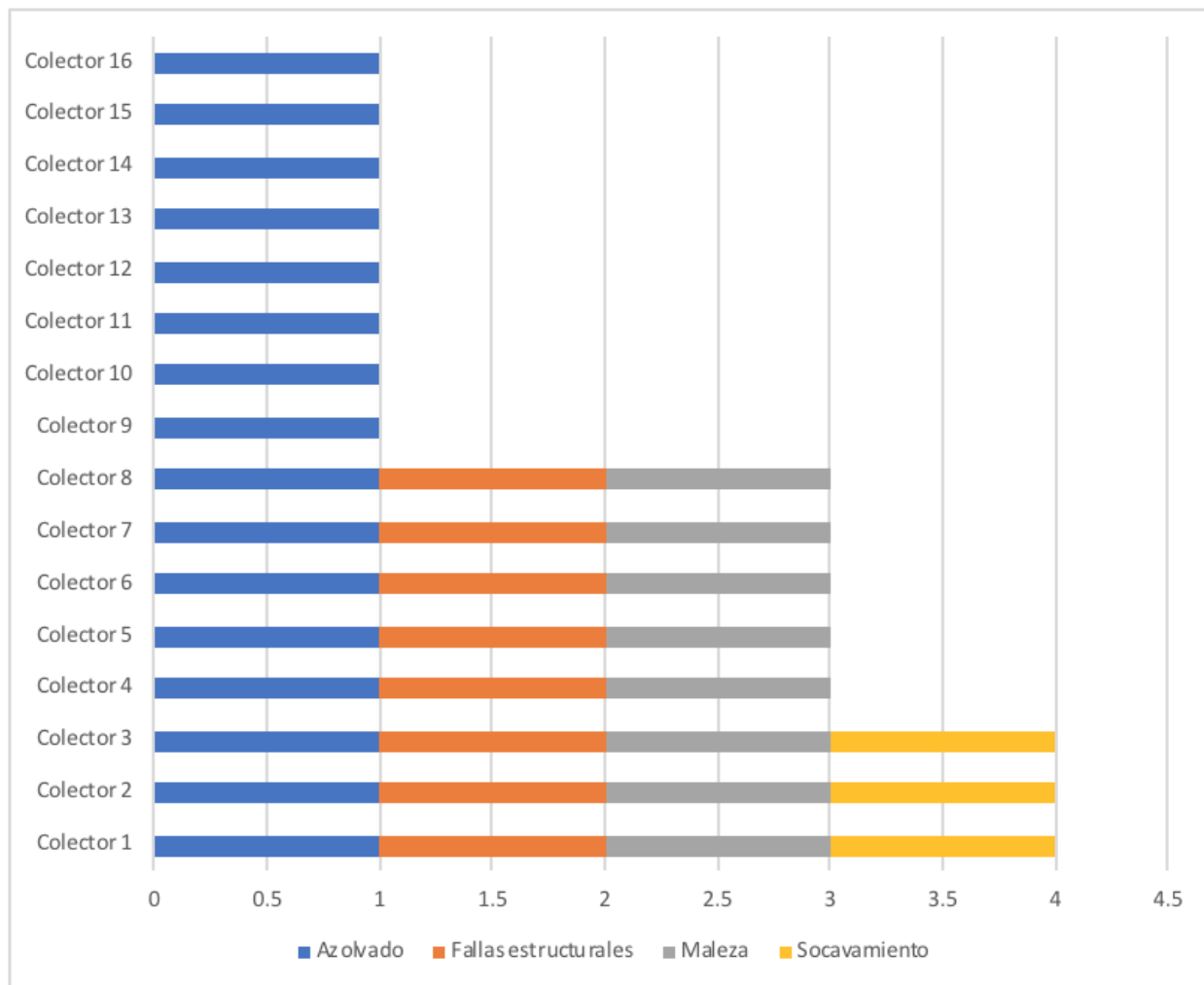
Por otra parte, la tendencia actual es tratar las aguas residuales y emplearlas como aguas tratadas o verterlas a las corrientes. También se desarrollan acciones encaminadas al uso del agua pluvial, pues pueden ser utilizadas en el riego de áreas verdes en zonas urbanas, tales como jardines, parques y camellones; o en zonas rurales en el riego de cultivos. Es por eso, que un proyecto moderno de alcantarillado pluvial puede ser compatible con el medio ambiente y ser agradable a la población según el uso que se le dé al agua pluvial.

### Observación, inspección y evaluación a los «boca de tormenta»

Se realizó una inspección a los colectores pluviales «boca de tormenta» ubicados en la Avenida Mártires de Cananea, en la colonia Indeco en Villahermosa (Tabasco); se evaluó el estado actual de todos los colectores, identificando las causas que provocan su ineficiencia (fotografía 1).

En la (grafica 1) se observa la evaluación realizada a los 16 colectores ubicados en la avenida; el 100 % presentó asolvamiento y taponamiento debido a materiales finos y residuos sólidos; el 50 % se encontró con fallas en su infraestructura; el 15 % socavamiento y destrucción parcial debido a la poca resistencia de los materiales empleados ante cargas de tránsito pesado; y finalmente el 50 % tuvo maleza dentro del colector.

**Gráfica 1.** Condiciones encontradas en los 16 colectores inspeccionados en la Avenida Martires de Cananea (Villahermosa, Tabasco).



Cabe mencionar que los residuos sólidos son un factor relevante en los taponamientos de los colectores, es triste reconocer que esto ocurre por la poca cultura de la ciudadanía al arrojar basura a las calles y el poco o nulo mantenimiento por parte de las autoridades.

### Rediseño de los colectores pluviales ubicados en los andadores #4 y #5

Se realizó mantenimiento preventivo a dos colectores, ubicados en los andadores #4 y #5, se retiraron todos los desechos sólidos (envases de PET, bolsas de nylon, bolsas de frituras, cartón, papel y hojas) y materiales finos.

La rejilla de los colectores se trasladaron a un taller de soldadura para limpiarlas, pintarlas, y esperar que con esa medida evitar futuros taponamientos tomando como medida preventiva soldar una malla electrosoldada a la rejilla, para captar la mayor cantidad de desechos evitando su ingreso al colector (fotografía 2).



**Fotografía 2.** Mantenimiento de dos colectores y rediseño a las rejillas.



**Fotografía 3.** Imágenes de la evaluación del colector.

### **Evaluación a los colectores rediseñados en sus rejillas**

Después de una precipitación media de 50 mm, se realizó una inspección al colector rediseñado, ubicado en el andador #4 y se comprobó el funcionamiento de la malla electro soldada a la rejilla, observando que logró captar gran parte de los desechos sólidos. Después de 37 días de la instalación de la malla a la rejilla, se realizó mantenimiento preventivo al colector del andador #4, comprobando el funcionamiento del rediseño ante las precipitaciones pluviales (fotografía 3) ya que logró captar 3 kilogramos de residuos finos y 1 kilogramo de residuos sólidos.

### **Innovación realizada a los colectores pluviales tradicionales**

Con los datos obtenidos del monitoreo, información necesaria para el diseño del colector pluvial innovador, se realizaron bosquejos utilizando el programa AutoCAD, de acuerdo a las medidas de colectores ya existentes. Se propuso la reubicación de los desarenadores, colocándolos en la periferia del colector, para reducir el ingreso de sedimentos DT-NMX-Drenaje Pluvial (Proyecto de Norma Mexicana, 2012) y un cajón para colocar una canastilla para captar los residuos sólidos (figura 3).

### **Cálculo del análisis estructural**

La realización del análisis estructural al cajón del colector pluvial se desarrolló mediante métodos ingenieriles para diseñarlo más resistente al tránsito vehicular.

Con base en la norma vigente mexicana: Norma Técnica Complementaria para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto Reforzado (SMIE, 2004), también apeándonos a los lineamientos de diseño del Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad y el Reglamento de Construcción del Estado de Tabasco y considerando algunos datos de referencia de la ciudad para que el diseño fuera óptimo.

### **Acero de refuerzo en los elementos estructurales del colector pluvial prefabricado**

Después de aplicar este análisis se obtuvo como resultado los siguientes armados de los elementos estructurales, además de especificar que el acero de refuerzo de los muros también será empleado como bastones de la losa de cimentación provenientes desde el desplante de la infraestructura (cuadro 1), (figura 4).

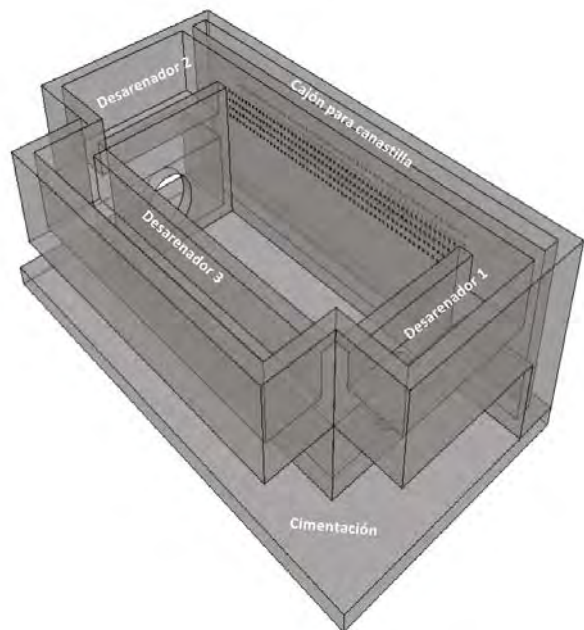


Figura 3. Diseño arquitectónico del colector (patente en tramite).

Análisis de bajada de cargas gravitacional			
Peso propio losa colector (0.90 x 1.90 x 0.10) m con un Pv = 3,500 kg/m <sup>3</sup>	598.5	kg	
Peso del colector prefabricado con losa de cimentación incluida con un Pv = 3,500 kg/m <sup>3</sup>	4,405.1	kg	
Carga Muerta CM	5,003.6	kg	
Carga Viva CV es un eje equivalente de diseño de carpetas asfálticas de 8.2 ton/4	2,050	kg	
	W servicio =	7,053.6	kg
Art. 199 RCET cuando son losas de concreto se aplica un factor de 1.5	W última =	10,580.4	kg
		10.58	ton
Análisis de bajada de cargas sísmico			
Peso propio losa colector (0.90 x 1.90 x 0.10) m con un Pv = 3,500 kg/m <sup>3</sup>	598.5	kg	
Peso del colector prefabricado con losa de cimentación incluida con un Pv = 3,500 kg/m <sup>3</sup>	4405.1	kg	
Carga Muerta CM	5,003.6	kg	
Carga Viva CV es un eje equivalente de diseño de carpetas asfálticas de 8.2 ton/4	2,050	kg	
	W servicio =	7,053.6	kg
Art. 199 RCET cuando son losas de concreto se aplica un factor de 1.1	W última =	7,758.96	kg
		7.76	ton

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

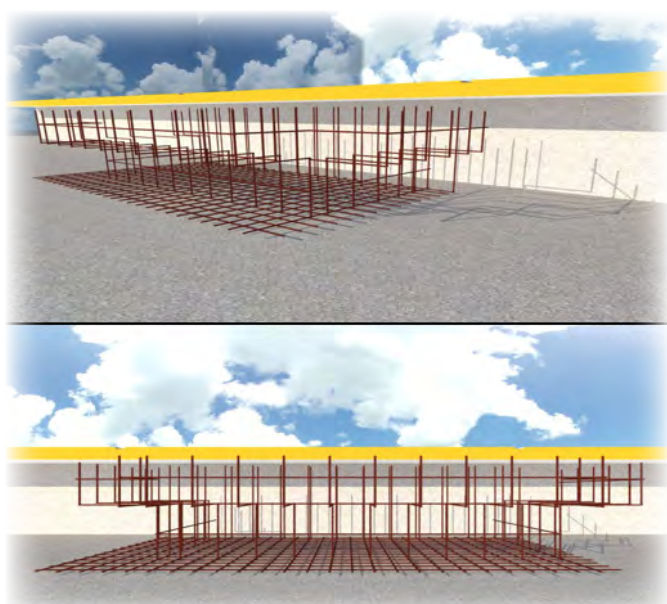


Figura 4. Vistas de la propuesta de armado estructural del colector innovador.

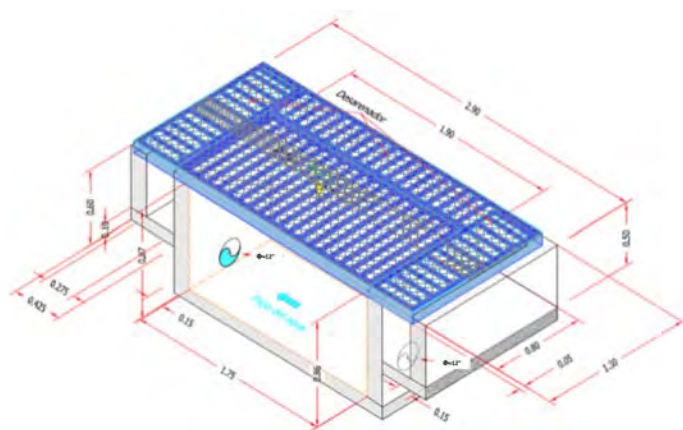


Figura 5. Dimensionamiento de la propuesta conforme a las normas mexicanas vigentes.

**Cuadro 1.** Especificaciones de acero de refuerzo.

Elemento	Número de varilla	Separación (cm)	Sentido	Unión
Losa de cimentación	#4 (1/2 ")	30	Longitudinal y transversal	Soldadura E6013
Tapa del colector <i>*si fuese de concreto armado</i>	#3 (3/8 ")	20	Longitudinal y transversal	Soldadura E6013
Muro longitudinal	#3 (3/8 ")		Longitudinal y transversal	Soldadura E6013
Muro transversal	#3 (3/8 ")		Longitudinal y transversal	Soldadura E6013

**Cuadro 2.** Medidas del colector.

Cajón principal		Medidas efectivas restando espesor de muros	
Largo =	1.90 m	Largo =	1.74 m
Ancho =	0.90 m	Ancho =	0.74 m
Profundidad =	0.85 m	Profundidad =	0.77 m
Volumen =	1.45 m <sup>3</sup>	Volumen =	0.99 m <sup>3</sup>
Desarenador lado largo		Medidas efectivas restando espesor de muros	
Largo =	1.90 m	Largo =	1.74 m
Ancho =	0.40 m	Ancho =	0.24 m
Profundidad =	0.60 m	Profundidad =	0.52 m
Volumen =	0.46 m <sup>3</sup>	Volumen =	0.22 m <sup>3</sup>
Desarenador lado corto		Medidas efectivas restando espesor de muros	
Largo =	0.90 m	Largo =	0.74 m
Ancho =	0.40 m	Ancho =	0.24 m
Profundidad =	0.60 m	Profundidad =	0.52 m
Volumen =	0.22 m <sup>3</sup>	Volumen =	0.09 m <sup>3</sup>

### Cálculo del análisis hidráulico

**Propuesta de diámetro de tubería de desagüe del colector pluvial prefabricado.** Se determinó la precipitación pluvial, basada en datos estadísticos para el diseño del desarenador y cajón, se indagaron estudios hidrológicos e hidráulicos determinando si podrá satisfacer la demanda pluvial y si las dimensiones son suficientes para captar los sólidos suspendidos arrastrados sobre las vialidades.

Para cumplir la eficiencia del colector pluvial innovador en el desalojo de aguas debe preverse que ningún desalojo proveniente de techumbres, predios y vialidades, sea superior a la capacidad de conducción del conducto subterráneo de drenaje pluvial, para ello debe tener la capacidad de conducir una tormenta de período de retorno de 100 años sin afectar a la población.

**Cuadro 3.** Volúmenes de azolvamiento.

El volumen de azolvamiento encontrado en un colector monitoreado con 34 centímetros de zolvamiento en infraestructura:					
Largo =	1.74	m	<b>Esta altura representa el 40 % de la profundidad de colector.</b>		
Ancho =	0.74	m			
Profundidad =	0.34	m			
Volumen =	0.44	m <sup>3</sup>			
El volumen de azolvamiento encontrado en un colector monitoreado con 37 días después de desazolvarlo con solo 4.25 centímetros de zolvamiento:					
Largo =	1.74	m	<b>Esta altura representa el 5 % de la profundidad de colector.</b>		
Ancho =	0.74	m			
Profundidad =	0.0425	m			
Volumen =	0.05	m <sup>3</sup>			
Capacidad de volumen de azolvamiento de los desarenadores primetrales:					
Volumen total =	0.40	m <sup>3</sup>			
Tomando de referencia el volumen de azolvamiento a los 37 días después del desazolve, se realizó una proyección de azolvamiento total de los desarenadores:					
Azolvamiento =	0.05	m <sup>3</sup>	→	37	Días después de desazolvarlo
Volumen total =	0.40	m <sup>3</sup>	→	X	Días para azolvamiento total
X =			272		<b>En aproximadamente estos días se azolvarían en su totalidad los desarenadores.</b>

**Cuadro 4.** Elementos del colector y especificaciones estructurales.

Elemento	Dato técnico
Cajón del colector	Medidas (m): 1.90 x 0.90 x 0.85
	F'c: 250 kg/cm <sup>2</sup> Fy= 4,200 kg/cm <sup>2</sup> AR Φ No. 3 @ 30 cm en ambas direcciones
Desarenador tipo 1 (2 elementos)	Medidas (m): 0.40 x 0.90 x 0.85
	F'c: 250 kg/cm <sup>2</sup> Fy= 4,200 kg/cm <sup>2</sup> AR Φ No. 3 @ 30 cm en ambas direcciones
Desarenador tipo 2	Medidas (m): 1.90 x 0.40 x 0.85
	F'c: 250 kg/cm <sup>2</sup> Fy= 4,200 kg/cm <sup>2</sup> AR Φ No. 3 @ 30 cm en ambas direcciones
Losa de cimentación	Medidas (m): 2.70 x 1.48 x 0.10
	Fy= 4,200 kg/cm <sup>2</sup> AR Φ No. 4 @ 30 cm en ambas direcciones



**Cuadro 5.** Precios unitarios del colector pluvial con tapas diferentes.

Concepto	Precio
Colector pluvial boca de tormenta con desarenadores y tapa de rejilla con malla electrosoldada.	Oscila entre los \$ 25,000 a \$ 30,000 pesos mexicanos.
Colector pluvial boca de tormenta con desarenadores y tapa de concreto armado.	Oscila entre los \$20,000 a \$25,000 pesos mexicanos.

Se realizó un análisis empírico para determinar la retención de sedimentos y conocer el tiempo de azolvamiento en los desarenadores y el cajón principal (cuadro 2 y 3).

El diseño se realizó mediante un cotejo de la propuesta de instalación hidráulica con los lineamientos establecidos por la norma DT-NMX-Drenaje Pluvial (Proyecto de Norma Mexicana, 2012), tratando de cumplir así con los marcos legales de seguridad estructural, para no perjudicar la capacidad de carga del elemento prefabricado, determinando de esta forma la ubicación ideal de los albañales de desagüe y el diámetro adecuado para desalojar las escorrentías presentes, determinando así que de su parte media sale el albañal pluvial a la conexión al drenaje pluvial urbano, básicamente funcionando la parte inferior como desarenador en el cajón principal, el albañal pluvial a la conexión al drenaje pluvial urbano se determina acorde con el gasto de evacuación calculado, o teniendo establecido una dimensión mínima de 30 cm (12") de diámetro, que se ubica en la parte media de la profundidad del colector (figura 5 y cuadro 4).

### Cálculo de costos y precios unitarios

Para el análisis del precio unitario se consideró el precio de mercado de los materiales en la región sureste, los salarios reales tomados de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social para la región B y finalmente el rendimiento de equipos y su costo horario (cuadro 5).

### Resultados

Se logró un diseño de colector óptimo en su funcionamiento tanto estructural como hidráulico. Se agregaron desarenadores en la periferia para retener residuos finos y una canastilla para retener desechos sólidos. El agua cae dentro del cajón casi 100 % libre de residuos, la cual será desalojada más rápida debido a que las tuberías estarán libres de residuos.

La tapa del colector podrá ser de concreto o acero recubierta con una malla para evitar la entrada de residuos sólidos. También incluye una losa de cimentación para brindarle mayor resistencia. El colector es prefabricado elaborado con concreto con resistencias de 250 kg/cm<sup>2</sup> y acero de refuerzo de 4,200 kg/cm<sup>2</sup> capaz de resistir las cargas vehiculares y empujes de tierra, garantizando una vida útil de hasta 25 años. Además, por sus dimensiones tolera azolvamientos de hasta 10 meses sin que llegue a afectar el desalojo de la escorrentía.

Este diseño se obtuvo a partir de tomar ciertos elementos de captación y agregarlos al colector convencional, por ejemplo en la literatura citada (Padilla & Ayala, 2009; Rodríguez & Vergara, 2013) mencionan elementos que favorecen la retención de sedimentos; sin embargo, la inclusión de la canastilla para captar desechos sólidos es un elemento inédito en este tipo de colectores que no es utilizado por estos autores.

### Conclusiones

Se concluye que la innovación es un factor determinante para la propuesta de un nuevo producto, en este caso en particular, el colector pluvial prefabricado con innovaciones capaces de retener los residuos finos y sólidos cuando se presenten las precipitaciones pluviales y además ofrece resistencia al tránsito vehicular. Todo esto debido a un análisis estructural, hidráulico e hidrológico desarrollado para demostrar la ética que todo profesional debe de plantearse a este tipo de proyectos. Cuando lo que está en juego son seres vivos.

Se espera que con esta propuesta se logren reducir los encharcamientos en las vías públicas y beneficiar a las comunidades que actualmente sufren esta problemática, además de garantizar una estructura eficiente de calidad y resistente, resultado de una debida supervisión a detalle.

### Recomendaciones

Es importante destacar que la sociedad en que vivimos debe tomar conciencia en el destino final que le da a los residuos que cotidianamente consume. A esto le hacemos énfasis ya que este colector innovador prefabricado es una alternativa para minimizar los efectos de las lluvias; más no es la solución definitiva a problemas como encharcamientos e inundaciones provocados por acumulación de desechos sólidos y finos presentes en la vía pública.

Se recomienda, de manera técnica, la necesidad de que se realice el desazolve de los colectores pluviales por lo menos dos veces al año, antes de la temporada de lluvias y después de estas; con la finalidad de que estas obras de desagüe operen de manera eficiente.

### Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico de Villahermosa (ITVH), por permitirnos realizar esta investigación. También al Tecnológico Nacional de México, por aprobar un financiamiento por \$ 250,000 (Doscientos cincuenta mil pesos 00/100 m.n.) con clave de proyecto: 5925.16-P; que nos permitió apoyar a los siguientes egresados del ITVH en la realización de su servicio social, residencia y tesis de licenciatura, además de presentarse en foros nacionales e internacionales: a los ingenieros Mario Alcidez Trejo Acosta y Jaime Arturo Gutiérrez Calva.

A la empresa CEMEX y al Tecnológico de Monterrey por su apoyo con las asesorías completamente gratuitas con expertos, por haber sido ganadores del PREMIO CEMEX-TEC edición 2016.

## Referencias

- Banda Quezada, S.G. & Bermeo Castillo, L.E.** (2012). *Diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, estación depuradora de aguas residuales (EDAR) para el centro de albergue, formación, y capacitación juvenil de la fundación Don Bosco-Loja*; (Tesis de grado). Universidad Técnica Particular de Loja. Recuperado de «<http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/3023>»
- CCE (Cámara de Comercio de España).** (2017). Recuperado de «<https://www.camara.es/innovacion-y-competitividad/como-innovar/tipos>»
- CNA (Comisión Nacional del Agua).** (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: alcantarillado pluvial; (edición 2007). México: autor. ISBN: 978-968-817-880-5. Recuperado de «<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/01AlcantarilladoPluvial.pdf>»
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua).** (2013). *Diagnósticos de la infraestructura física de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial de las principales zonas urbanas del estado de Tabasco*; (licitación No.: IO-016B00988-N13-2013). Tabasco, México: autor.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua).** (2014). *Numeragua México 2014*. México: autor. Recuperado de «<https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/publicaciones-estadisticas-y-geograficas-60692>»
- Chacón J., L.C.** (09 de febrero del 2017). Conoce las 12 tendencias clave para la innovación. *Forbes*. Recuperado de «<https://www.forbes.com.mx/conoce-las-12-tendencias-clave-para-la-innovacion/>»
- De la Cruz, A.** (06 de mayo del 2015). Tiran al día 25 toneladas de basura en calles del Centro. *Tabasco Hoy*. Recuperado de «<http://www.tabascohoy.com/nota/247931/tiran-al-dia-25-tons-de-basura-en-calles-de-centro>»
- Hernández Zamora, L.A.** (2017). Innovación: ¿qué es y qué no es?. *Entrepreneur*. Recuperado de «<https://www.entrepreneur.com/article/272352>», «<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15470/T40.09%20P234d.pdf>»
- IMCYC (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.).** (1999). *Revista Construcción y Tecnología*. Recuperado de «<http://www.imcyc.com/revista/1999/abril/estrucfr1.htm>»
- Notimex.** (08 de abril del 2014). Lluvias dejan encharcamientos en Villahermosa, Tabasco. *UNO TV*. Recuperado de «<http://www.unotv.com/noticias/estados/sureste/Lluvias-dejan-encharcamientos-en-Villahermosa-Tabasco-774724/>»
- Notimex.** (28 de junio del 2017a). Basura en calles es la causa del 50 % de encharcamientos e inundaciones: CENAPRED. *El Sol de México*. Recuperado de «<https://www.elsoldemexico.com.mx/mexico/sociedad/basura-en-calles-es-la-causa-del-50-de-encharcamientos-e-inundaciones-cenapred-147466.html>»
- Notimex.** (01 de julio del 2017b). Basura provoca 50 % de encharcamientos e inundaciones durante las lluvias. *SDPnoticias*. Recuperado de «<https://www.sdpnoticias.com/nacional/2017/07/01/basura-provoca-50-de-encharcamientos-e-inundaciones-durante-las-lluvias>»
- ONU (Organización de las Naciones Unidas).** (07 de octubre del 2015). La ONU llama a invertir más para reducir riesgos de inundaciones repentinas. *Por Centro de noticias de la ONU*. Recuperado de «<http://www.un.org/climatechange/es/blog/2015/10/la-onu-llama-invertir-mas-para-reducir-riesgos-de-inundaciones-repentinas-2/>»
- Padilla Santamaría, M.A. & Ayala Villarraga, M.** (2009). *Diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial del corregimiento de la Mesa-Cesar*; (Tesis de grado). Universidad de La Salle. Recuperado de «<https://es.scribd.com/document/370196838/alcantarillado-proyecto-senaeamiento-pdf>»
- Proyecto de Norma Mexicana.** (2012). *PROY-NMX-AA-168-SCFI-2012 Drenaje Pluvial Urbano, especificaciones para el manejo del agua pluvial en zonas urbanas*. Recuperado de «[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5297287&fecha=26/04/2013](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5297287&fecha=26/04/2013)»
- Rodríguez Sánchez, J. & Vergara González, E.P.** (2013). *Nuevas tendencias en la gestión de drenaje pluvial en una cuenca urbana*; (Tesis Maestría). Universidad de La Rioja. Recuperado de «[https://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/TFE000523.pdf](https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000523.pdf)»
- SIAPA (Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado).** (2014). *Actualización de los criterios y lineamientos técnicos para factibilidades en la Z.M.G.* Recuperado de «<http://www.siapa.gob.mx/transparencia/criterios-y-lineamientos-tecnicos-para-factibilidades-en-la-zmg>»
- SMIE (Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C.).** (2004). *Normas Técnicas Complementarias (NTC) del diseño y construcción de estructuras de concreto*. Recuperado de «<http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/normas-tecnicas-complementarias.php?ntc=ntc-diseno-concretom>»
- Terán Gilmore, A.** (2010). El futuro del diseño sismorresistente de las edificaciones de concreto reforzado: una visión basada en la sustentabilidad. *Revista concreto y cemento, investigación y desarrollo*, 2(1): 2-16. Recuperado de «[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-30112010000100001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112010000100001)»





**FOMENTO Y PERMANENCIA DE VALORES CÍVICOS: HOMENAJE A NUESTRA ENSEÑA NACIONAL.**  
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).  
Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez.*

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

DACBiol



**BIBLIOTECA DIVISIONAL «DR. JUAN JOSÉ BEAUREGARD CRUZ».**

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).  
Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: Arnulfo López Ramos & Biblioteca Divisional.*



**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.

