



# UMAR

Universidad del Mar

*Mare Nostrum Peritabile Fecundum*



Campus Puerto Ángel

## **Propuesta: Uso de biodigestores para el tratamiento de las aguas residuales. Puerto Ángel Oaxaca.**

PROYECTO EJECUTIVO.

Luz Dehni Acosta Moyado

Ingeniería Ambiental

Revisor responsable

Dr. Carlos Estrada Vázquez

**Consejo Técnico Consultivo de Mitigación de Cambio Climático del Municipio de San Pedro Pochutla**

## Contenido

Resumen ejecutivo .....	10
1. Introducción.....	11
2. Definición del sistema biodigestor: Tanques sépticos.....	13
a. Proceso dentro del sistema.....	14
I. Físico .....	14
i. Sedimentación .....	14
ii. Flotación .....	18
iii. Variación de flujos.....	18
II. Biológico .....	19
b. Unidades complementarias.....	20
I. Sistemas previos.....	20
II. Sistemas posteriores .....	20
c. Consideraciones de diseño .....	21
I. Materiales de construcción.....	21
II. Elección del sitio .....	22
3. Criterios de diseño .....	25
a. Geometría del tanque.....	25
b. Cámaras.....	25
4. Memoria de cálculo .....	27
5. Accesorios .....	28
6. Operación y Mantenimiento .....	31
7. Costos .....	34
8. Talleres de educación ambiental .....	36
a. Aguas residuales, tratamiento y su lugar en el ciclo hidrológico.....	37
b. ¿Qué es y cómo funciona un biodigestor? (Bases teóricas de la digestión anaerobia). .....	40
c. Construcción, operación y mantenimiento de un biodigestor. ....	41
d. Cambio climático, aguas residuales, consecuencias locales.....	42



PROYECTO EJECUTIVO: USO DE BIODIGESTORES PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN PUERTO ÁNGEL, OAXACA.

e. ACV enfocado en los sistemas de tratamiento biológico de las aguas residuales (lodos activados y biodigestores)..... 45

9. Referencias .....46

10. Anexos .....48

## Índice de tablas

Tabla 1. Ventajas y Desventajas de los tanques sépticos. Fuente: elaboración propia con la literatura consultada.....	14
Tabla 2. Requerimientos para ubicar un tanque séptico. Fuente: Perkins, 1990; citado por CONAGUA, 2007. p. 50. ....	24
Tabla 3. Costos de inversión de construcción del tanque séptico, valores totales y por persona. ....	34
Tabla 4. Capacidades de retención de grasa. Fuente: Ministerio de desarrollo económico, 2000. Citado por Márquez, 2008. p. 27.....	48
Tabla 5. Coeficientes de absorción del terreno. Fuente: Unda, 1993 Citado por CONAGUA, 2007. p.45. ....	51
Tabla 6. Costo de construcción de cada diseño. Fuente: Elaboración propia con información de ferreterías locales. ....	59
Tabla 7. Presupuesto para cada diseño con una construcción manual. Fuente: elaboración propia. ....	60
Tabla 8. Presupuesto para cada diseño con una construcción con máquina. Fuente: elaboración propia.....	60

## Índice de Figuras

Figura 1. Tipos de sedimentación que se llevan a cabo en un tanque séptico. Fuente: adaptado de Seabloom, 2014. p.12.....	15
Figura 2. Análisis de sedimentación de una partícula discreta. Fuente: adaptado de Pafko, 1995. ....	16
Figura 3. Sedimentación ideal dentro del tanque séptico. Fuente: adaptado de Seabloom, 2004.....	17
Figura 4. Principales etapas de la digestión anaerobia y bacterias involucradas. Fuente: Adaptado de Pavlostathis y Giraldo-Gomez,1991. Citado por Estrada, 2003. ....	19
Figura 5. Puntos de fuga en un tanque séptico. Fuente: IMTA, 2012. ....	54
Figura 6. Herramientas para medir el espesor de los lodos (a) y la escoria (b). Fuente: IMTA, 2012. ....	55
Figura 7. 1.Envolver el palo con un trapo blanco hasta 2/3 del mismo. Fuente: SNV, 2013.....	55
Figura 8. 2. Introducir el palo por el tubo T, lentamente. Fuente: SNV, 2013. ..	56
Figura 9. 3. Retirar el palo lentamente y observar las marcas de lodo. Fuente: SNV, 2013.....	56
Figura 10. Inspección del nivel de escoria. Fuente: IMTA, 2012. ....	57
Figura 11.Extracción manual de lodos dentro del tanque. Fuente: IMTA, 2012. ....	58
Figura 12. Agitar el líquido del tanque. Fuente: SNV, 2013. ....	58
Figura 13. Introducir la manguera de la pipa por fuera del tubo T. Dejar un porcentaje de lodos dentro del tanque. Fuente: SNV, 2013.....	58

## Índice de Anexos

Anexo 1. Trampa para grasas. Fuente: Márquez, 2008. p. 25. ....	48
Anexo 2. Diseño para pozo de absorción. Fuente: CONAGUA, 2007. p. 47. ..	50
Anexo 3. Instrucciones para inspeccionar y limpiar el tanque séptico. Fuente: IMTA, 2012. SNV, 2013. p.11. ....	53
Anexo 4. Presupuesto aproximado de la construcción de cada diseño. Fuente: Elaboración propia con información de ferreterías de Puerto. Ángel. ....	59
Anexo 5. Materiales de apoyo de los talleres del capítulo 9 de este documento. Fuente: elaboración propia. ....	61

## Listado de abreviaturas

AAR: Aporte diario de Agua Residual

d: día(s)

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

EPA: Agencia de Protección Ambiental (por sus siglas en inglés *Environmental Protection Agency*)

FC: Factor de Capacidad

h: hora(s)

hab: Habitante(s)

Kg: Kilogramo(s)

L: litro(s)

m: metro(s)

s: segundo(s)

SS: Sólidos suspendidos

SEMARNAT: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

t: tiempo(s)

TRH: Tiempo de Retención Hidráulica

TRL: Tiempo de Retención de Lodos

V: volumen

## Glosario

- **Aerobio:** Proceso que se lleva a cabo en presencia de oxígeno.
- **Aguas residuales:** Todas las aguas de origen doméstico, industrial o municipal una vez que se han utilizado.
- **Afluente:** Líquido que entra a una unidad o sistema, por ejemplo, el agua que llega a un tanque. También conocido como líquido de alimentación.
- **Anaerobio:** Proceso que se lleva a cabo en ausencia de oxígeno.
- **Biodigestor:** Sistema hermético en el que se lleva a cabo una digestión, con producción de sólidos, líquidos y principalmente gases como metano y dióxido de carbono.
- **Cámara o compartimiento:** Espacio que se divide en el tanque sépticos para mejorar el tratamiento de las aguas residuales.
- **Caudal:** Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo (V/t).
- **Efluente:** Líquido que sale de una unidad, lugar o sistema determinado, por ejemplo, el agua que sale de un tanque. También conocido como líquido de salida.
- **Escoria:** Acumulación de grasas, aceites y natas que flotan.
- **Lodos:** Sólidos que se encuentran en el fondo del tanque séptico.
- **Lodos activados:** Sólidos que contienen microorganismos aerobios o anaerobios que degradan la materia orgánica.
- **Tanque Séptico:** Sistema biodigestor (también conocido como fosa séptica) en el que se lleva a cabo el tratamiento de las aguas residuales domésticas o municipales.
- **Tratamiento:** Saneamiento o limpieza de un líquido, sólido o gas. Puede ser la eliminación de un compuesto en específico, por ejemplo, los sólidos de un líquido; o un conjunto de procesos como físicos o biológicos.
- **TRH:** Tiempo en el que el líquido permanece dentro de un sistema.



PROYECTO EJECUTIVO: USO DE BIODIGESTORES PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN PUERTO ÁNGEL, OAXACA.

- *TRL*: Tiempo en el que los sólidos o lodos permanecen dentro de un sistema.
- *Percolación*: Infiltración del agua en el suelo o subsuelo.
- *Permeabilidad del suelo*: Capacidad de percolación.

## Resumen ejecutivo

Este documento es el resultado de una investigación realizada en la localidad de Puerto Ángel, San Pedro Pochutla, Oaxaca, sobre el tratamiento de sus aguas residuales; ya que se ha observado que existe una distorsión teórica o nulo conocimiento del correcto diseño sobre los sistemas utilizados, principalmente los biodigestores.

Por lo anterior, se genera esta propuesta del diseño adecuado de los tanques sépticas adaptados para hasta 500 usuarios junto con la información que se le debe dar a la población, justificando su construcción, operación y mantenimiento, para mitigar los problemas de salud, económicos y ambientales consecuentes de los errores de los digestores anaerobios implementados actualmente en Puerto Ángel.

Además, con esto se cumple uno de los objetivos del plan de trabajo del Consejo Técnico Consultivo de Mitigación de Cambio Climático del Municipio de San Pedro Pochutla con el fin de llevar a cabo acciones de mitigación de cambio climático, con la implementación de tecnologías como la impartición de talleres de educación ambiental.