

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

**Recomendaciones para el uso de fosas sépticas
prefabricadas y medición de su eficiencia**

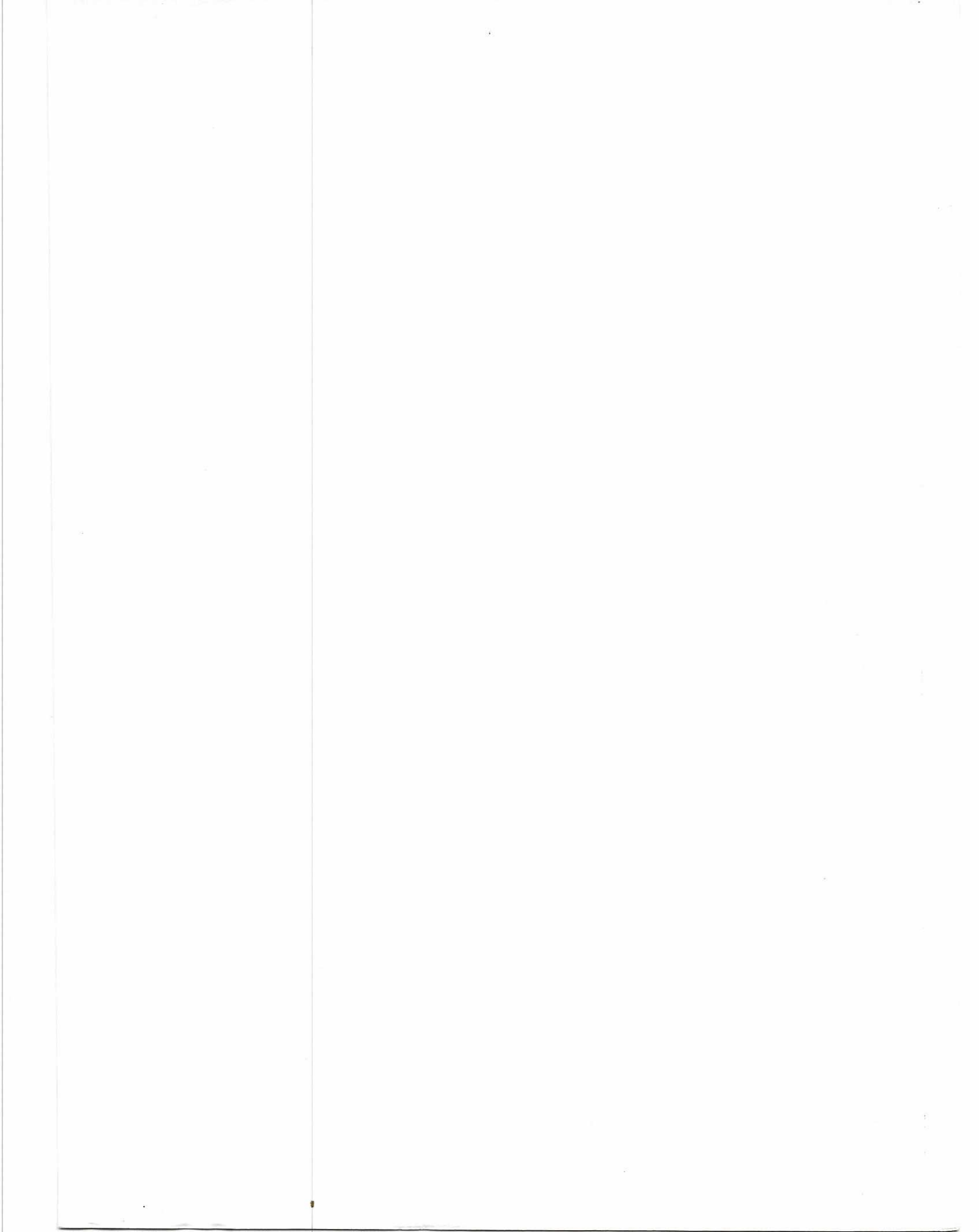
Luis Fernando Ramírez Pérez

Trabajo de investigación presentado para optar al grado
académico de Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala

2005

**BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**



**Recomendaciones para el uso de fosas sépticas
prefabricadas y medición de su eficiencia**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

**Recomendaciones para el uso de fosas sépticas
prefabricadas y medición de su eficiencia**

Luis Fernando Ramírez Pérez

Trabajo de investigación presentado para optar al grado
académico de Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala

2005

DEDICATORIA

A MI DIOS, porque sin ÉL, nada sería posible.

A MIS PADRES:

**Luis Salvador Ramírez Véliz
Alma Verónica Pérez Pivaral**

Porque son dignos de honor, ya que han depositado en mí de su visión.
Esto es el fruto de su esfuerzo y dedicación.

A MIS HERMANOS:

**Alejandro José
Diego Enrique**

Por estar siempre cerca de mí.

A MI FAMILIA Y QUERIDOS AMIGOS.

**Delia Pivaral
Sergio Ortiz
Magali Villatoro
Mónica y Roberto Zambrano
Igor, Ruth y Christian Almorza**

A MI GUATEMALA:

Por ser mi patria. Para que mis hijos y nietos la vivan como la construyo.

AGRADECIMIENTOS

A MI DIOS, porque a ÉL le debo esta vida, y la vida eterna.

A MIS PADRES:

Luis Salvador Ramírez Véliz y Alma Verónica Pérez Pivaral

Porque nunca han dejado de creer en mí y apoyarme en todo momento.

A MI ASESOR:

Ing. Rodolfo González Morasso

Por orientarme en la realización de este trabajo.

A LA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Por las enseñanzas recibidas durante estos cinco años. Especialmente agradezco al **Ing. Franklin Matzdorf**, Director del Departamento de Ingeniería Civil y Maestría en Estructuras, a todos mis profesores y compañeros.

A TODAS LAS PERSONAS QUE COLABORARON CON ESTE TRABAJO

Ing. Arturo Garrido
Ing. Marco Antonio Donado
Ing. Norma Avendaño
Ing. Mario Rojas
Ing. Freddy Guillermo

Vo.Bo.:

(f) 
Ingeniero Rodolfo González Morasso
Asesor

Tribunal Examinador :

(f) 
Ingeniero Franklin Matzdorf Monroy

(f) 
Ingeniero Jeffrey Rivera

(f) 
Ingeniero Rodolfo González Morasso

Fecha de aprobación: Enero 12 de 2005

TABLA DE CONTENIDO

TEMA	PÁGINA
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Lista de figuras y tablas	x
Resumen	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
A. Objetivos generales	2
B. Objetivos específicos	2
C. Justificación	3
D. Hipótesis	4
E. Metodología	4
II. Planteamiento del problema	5
III. ¿Qué es una fosa séptica?	6
IV. Ventajas y desventajas del tanque séptico	7
V. Funciones de una fosa séptica	9
A. Eliminación de sólidos suspendidos	9
B. Tratamiento biológico	10
C. Almacenamientos de lodos y natas	10
VI. Aplicabilidad: ¿En qué casos se puede utilizar una fosa séptica?	11
VII. Diseño de fosas sépticas	12
A. Especificaciones	13
1. Materiales	13
2. Generalidades	13
B. Fosas construidas in-situ (mampostería)	14
C. Fosas prefabricadas (polietileno)	17

VIII. Instalación, mantenimiento y limpieza de las FSP	20
A. Instalación	20
B. Mantenimiento y limpieza	25
IX. Eficiencia de las FSP	31
A. Dispositivos que mejoran la eficiencia de las FS	34
B. Recomendaciones para la disposición y usos del efluente séptico	36
X. Conclusiones y recomendaciones	39
XI. Bibliografía	40
XII. Entrevistas	41

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Formas típicas de las fosas sépticas.	6
2. Fosa séptica prefabricada en funcionamiento.	10
3. Sistema de tratamiento, fosa séptica.	23
4. Fosa séptica prefabricada de dos etapas.	24

LISTA DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
1. Límites de distancia entre la FS y construcciones Cercanas.	24
2A. Parámetros obtenidos para FSP de 1 etapa.	32
2B. Parámetros obtenidos para FSP de 2 etapas.	32
3. Parámetros municipales para descargas hídricas en suelos y cuerpos de agua.	33

RESUMEN

El trabajo presentado, pretende dar una idea general del manejo de las aguas servidas en Guatemala, no solamente en la capital sino en el interior de la República, mencionando las buenas y malas prácticas en el tratamiento de aguas residuales, con el fin de evocar las mejores soluciones para nuestro medio.

En esta obra se describe brevemente cómo las fosas sépticas prefabricadas pueden ayudar a tratar aguas residuales de origen doméstico, a un nivel primario, mencionando sus limitaciones de uso y funcionamiento.

Al finalizar la lectura de este breve estudio, el lector se dará cuenta de la importancia del manejo adecuado y conciente de las aguas servidas, no sólo en Guatemala, sino en el mundo entero. Ayudará a crear una conciencia acerca del verdadero valor del agua, con el fin de lograr una buena administración del recurso.

El tema "agua potable" no está basado solamente en el abasto de agua propiamente dicho, sino en una óptima disposición del efluente residual en los cuerpos terrestres o acuáticos para su futuro uso. Para ilustrar lo anterior, en los países "desarrollados" o "industrializados" los usuarios del servicio de agua potable, no solo deben pagar por el abasto, sino también, por la descarga de agua, que para fines de cobro, el volumen de líquido es el mismo. No siendo éste el caso de Guatemala, que como nación, hace un uso desordenado e irracional del agua.

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala se han desempeñado las diversas labores, los deberes sociales y las obras civiles de una manera preestablecida, ya sea por experiencia pasada, por imitación o simplemente porque así se ha hecho a través de los años. Lo cierto es que existe muy poco, o bien limitado interés por la investigación en nuevos campos, pero no solamente en nuevos campos, sino también en los temas actuales de desarrollo social. Esto se puede ver fácilmente ejemplificado, porque la mayoría de la investigación realizada en Guatemala es hecha por instituciones no gubernamentales que, en muchos casos poseen ayuda extranjera. Mucha de la investigación hecha por gente guatemalteca, es aquella impuesta a los estudiantes por las universidades en el momento de emprender algún trabajo de tesis.

Para motivar la investigación y el desarrollo en nuestro país, se expone el siguiente tema con respecto al uso de fosas sépticas prefabricadas y la medición los parámetros de eficiencia de las mismas.

En muchas parte del territorio nacional se puede observar que se utiliza un sistema fosa séptica y pozo absorbente, cuya supervisión y mantenimiento son nulos y por lo tanto, su funcionamiento es inadecuado; esto se convierte en un problema para los usuarios y en un daño para los recursos hidrológicos del país.

Con el fin de evocar sugerencias constructivas, parámetros de supervisión, mejoras y posibles soluciones al actual sistema de disposición de aguas servidas en Guatemala, se presenta el siguiente trabajo.

A. Objetivos generales

Orientar al Ingeniero Civil y a todas aquellas personas que se dediquen a la construcción, en todas las formas posibles, a mejorar los métodos constructivos de los sistemas de aguas servidas. Principalmente, dar lineamientos constructivos y de mantenimiento al sistema que utiliza fosa séptica, dejando muy en claro los casos en que éste método es aplicable. Esto, brindando recomendaciones y sugerencias de instalación y mantenimiento para lograr un rendimiento adecuado de dicho sistema y que éste no afecte negativamente al suelo o cuerpos de agua.

Brindar parámetros básicos al constructor acerca de las gestiones responsables que debe realizar, previo a desarrollar proyectos de infraestructura de viviendas, centros comerciales, centros industriales, etc., con el fin de lograr urbanizaciones ordenadas y afectar lo menos posible el medio ambiente.

B. Objetivos específicos

Determinar cuáles son los lineamientos básicos para la instalación y mantenimiento adecuado de las fosas sépticas prefabricadas, así como establecer los métodos de disposición final del efluente séptico.

Explicar brevemente cuál sería la opción de mayor beneficio a largo plazo en cuanto al sistema de disposición de aguas servidas en la ciudad de Guatemala. Informar precisamente cuáles son las consecuencias de seguir utilizando el actual sistema de disposición de aguas, combinado a la perforación de pozos para obtención de agua.

Recomendar las mejoras y tipo de supervisión que debe existir, no sólo en los sistemas a construirse, sino en los que ya están hechos. Y sugerir, en general, algunas disposiciones estatales que se deben aplicar con rigor para el uso adecuado de los valores patrimoniales de Guatemala.

Indicar quiénes deben regular la construcción de fosas sépticas y quiénes deben estar involucrados en el financiamiento y mantenimiento de dichas obras.

C. Justificación

Durante las dos últimas décadas, se ha notado que como producto del acelerado crecimiento de la población en la ciudad de Guatemala, se necesitan grandes áreas para ser urbanizadas con el fin de aplacar la feroz demanda de vivienda. Y es aquí en donde inicia la necesidad de servicios básicos. Dichos servicios incluyen, el abastecimiento de agua potable a grandes áreas urbanas, así como la disposición de las aguas servidas y su previo tratamiento. En la mayoría de los casos el abasto de agua consiste en perforar, sin ningún tipo de autorización debida al caso, ni mucho menos respeto al máspreciado patrimonio nacional, como lo es nuestra gente y el agua, pozos que acaban desmedidamente con el recurso día a día. Se estima que el manto freático en la ciudad de Guatemala es disminuido a un ritmo de 1.5m al año. De esta insaciable demanda de agua diaria por habitante, escasamente suplida por la perforación de pozos, o bien, obtenida del sistema municipal de abasto, un bajo porcentaje es tratado y dispuesto adecuadamente en el suelo o en cuerpos de agua cercanos.

Como se mencionó al inicio, muchos de los procesos constructivos utilizados en Guatemala son el producto de la imitación, en el total sentido de la palabra. Es por eso que en la construcción del sistema de disposición de aguas servidas en la ciudad, no se cuestiona nada, pues dicho proceso consiste en dos frases que en nuestro medio son célebres: "fosa séptica" y "pozo de absorción" y nunca nadie se pregunta si es el método adecuado, si necesita mejoras, etc.

En nuestro entorno, se tiene la costumbre generalizada de no prestar atención a los diversos temas que nos competen diariamente, sino hasta que se ven en total estado de abandono, ruina y crisis.

D. Hipótesis

Al obedecer y aplicar las recomendaciones de mantenimiento y supervisión de los sistemas de disposición de aguas servidas se obtendrá a cabalidad los resultados de rendimiento de dicho sistema, además de reducir el impacto negativo sobre el recurso hídrico y finalmente sobre la población.

E. Metodología

Identificar a través de distintas empresas que se dedican a la construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR) y al mantenimiento de los mismos, cuáles son las prácticas adecuadas utilizadas en Guatemala, y cuáles son las deficiencias existentes. Saber, cuáles son los distintos materiales utilizados en nuestro medio, e identificar aquellos que mejor se adecuan a la situación de Guatemala.

II. Planteamiento del problema

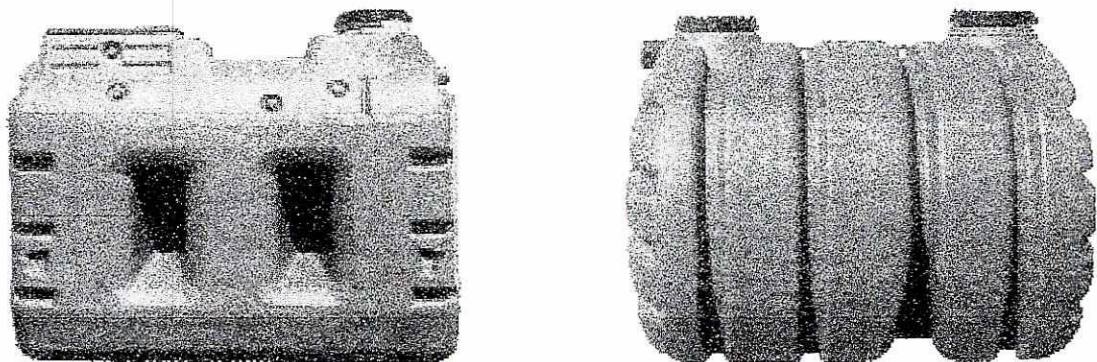
Uno de los factores más importantes que afectan la salud y bienestar de las personas, donde el alcantarillado público o red municipal no existe, es la eliminación adecuada de las deyecciones humanas. Muchas enfermedades, tales como la disentería, hepatitis infecciosa, tifoidea y para tifoidea, y varios tipos de diarrea, se transmiten de persona a persona a través de la contaminación fecal de los alimentos y del agua. Esto se debe en su mayor parte, a la inadecuada eliminación de las defecaciones humanas. Por esta razón y porque las personas representan lo más importante en una comunidad, no se debe escatimar ningún esfuerzo para evitar tales peligros y eliminar todos los desperdicios humanos. Lo anterior representa inversiones por parte del gobierno y población en sistemas de tratamiento de aguas residuales que estén contemplados a funcionar a largo plazo. Este tipo de inversiones finalmente repercutirá en menos personas enfermas y por lo tanto, menos gasto en algún tipo de seguro social. En Guatemala, un alto porcentaje de las personas que acuden al seguro social es por enfermedades de tipo gastrointestinal, transmitidas por medio del agua.

III. ¿Qué es una fosa séptica?

Una fosa séptica es una cámara de forma rectangular o cilíndrica, de características herméticas, construida de piedra, ladrillo, concreto reforzado, o polietilenos de alta densidad. Usualmente se localiza debajo del nivel del suelo y recibe tanto las excretas como el agua de los inodoros, así como otras aguas grises domésticas, llamadas también aguas residuales. Se considera un sistema de tratamiento primario pero no definitivo de las aguas residuales. A continuación se muestran las formas típicas que pueden tener las fosas sépticas.

Figura 1 Formas típicas de las fosas sépticas

Design Manual on Onsite Wastewater Treatment and Disposal. USEPA y ROTOPLAS



IV. Ventajas y desventajas del tanque séptico

La principal ventaja de los sistemas de tanque séptico es su flexibilidad y adaptabilidad a una amplia variedad de necesidades en la disposición de los desechos de cada vivienda. Otra ventaja es que el tanque séptico no tiene partes móviles, por lo que se necesita muy poco mantenimiento mecánico.

La mayor desventaja es que el sistema tiene un alto costo por vivienda, ya que los tanques sépticos fabricados *in situ* tienen un costo más alto por vivienda que otros sistemas de tratamiento de excretas en el lugar, y generalmente, sólo se encuentran en zonas con habitantes de alto nivel económico. Esto se debe principalmente a que por lo general los tanques sépticos se usan para tratar las aguas residuales de casa habitación en forma individual. Esto ocurre en el medio urbano o rural, específicamente en áreas de terreno lo suficientemente grandes como para ubicar este sistema. Pese a esto, los tanques sépticos pueden ser usados en forma efectiva por familias de zonas urbanas en las que se pueden recolectar y tratar grandes cantidades de aguas residuales; sin embargo, en nuestro medio, la cultura del mantenimiento es muy escasa, por lo tanto se sugiere el sistema séptico, más para medio rural o zonas urbanas de viviendas unifamiliares aisladas que no cuenten con red de alcantarillado.

Para funcionar, el sistema necesita un suelo de naturaleza permeable que permita la buena absorción del efluente; si el suelo receptor es demasiado impermeable, el efluente del tanque séptico puede contaminar las aguas superficiales y/o profundas, constituyendo un peligro para la salud pública. Además, se necesita espacio para

drenajes, y el agua potable debe mantenerse alejada del sistema de tanque séptico. Un sistema de tanque séptico requiere que exista un abastecimiento de agua por tuberías.

V. Funciones de una fosa séptica (FS)

El objetivo principal de las fosas sépticas es brindar un tratamiento preliminar a las aguas residuales de origen doméstico, con el fin de contribuir a la preservación de los recursos hídricos y del ambiente.

Las fosas sépticas condicionan al agua residual domiciliar para que pueda filtrarse más fácilmente en el subsuelo. Por tanto, la función más importante de éstas es proporcionar protección a la capacidad absorbente del suelo. Esto lo hace recibiendo las descargas de aguas residuales y proporcionando un tiempo de permanencia adecuado (tiempo de retención) que permita causar la separación parcial de los sólidos suspendidos, digerir una fracción de la materia orgánica presente y retener temporalmente los lodos, natas y espumas generadas. Estas tres funciones se describen a continuación.

A. Eliminación de sólidos suspendidos

El atascamiento del suelo con el efluente de la fosa varía directamente con la cantidad de sólidos suspendidos en el líquido. A medida que el agua negra procedente del alcantarillado del edificio entra en la fosa séptica, su velocidad de flujo se reduce a tal nivel que los sólidos más pesados se hunden en el fondo y aquellos más livianos suben a la superficie. Estos sólidos se retienen en el depósito y el efluente clarificado es descargado.

B. Tratamiento biológico

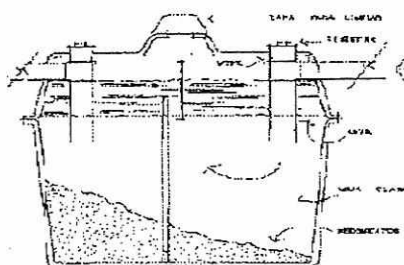
Los sólidos o líquidos en la fosa son sometidos a descomposición por procesos naturales y bacteriológicos. Las bacterias presentes son de la variedad llamada anaerobia que prosperan en la ausencia de oxígeno libre. Esta descomposición o tratamiento de aguas negras en condiciones anaerobias es llamada "séptica", de aquí el nombre de la fosa. El agua negra que ha sido sujeta a tal tratamiento, causa menos atascamientos que el agua negra no tratada que contenga la misma cantidad de sólidos en suspensión.

C. Almacenamiento de lodo y natas

Los lodos son acumulaciones de sólidos en el fondo de la fosa, mientras que las natas son un conjunto, parcialmente sumergido, de sólidos flotantes que pueden formarse en la superficie del líquido dentro de la fosa.

Los lodos y natas, son digeridos y compactados a un menor volumen. Sin embargo, por eficiente que sea el proceso, siempre permanecerá un residuo sólido de material inerte. Debe haber espacio en la fosa para almacenar este residuo durante el intervalo entre limpiezas; de otra forma, el cieno y las natas podrían ser expulsados finalmente del depósito y podrían obstruir el dispositivo de descarga y filtración. Las tres funciones anteriores se muestran en la Figura 2.

Figura 2 FSP en funcionamiento
(Cortesía de Amanco)



VI. Aplicabilidad: ¿En qué casos se puede utilizar una fosa séptica?

La forma más común para evacuar las aguas residuales de tipo doméstico es mediante su descarga a un sistema de alcantarillado sanitario. Sin embargo, esto no siempre es económicamente factible, sobre todo en sitios donde se tienen formaciones geológicas que hacen costoso este tipo de solución o cuando la población está bastante dispersa o bien, cuando no se tenga agua en disponibilidad suficiente para realizar el desalojo mediante un sistema hidráulico adecuado.

Los sistemas de disposición de excretas con arrastre de agua también se aplican en zonas urbanas que cuentan con redes de agua potable, pero que carecen de red de alcantarillado, o bien en zonas rurales que disponen de pozos con estanques para el almacenamiento de agua.

En Guatemala las fosas sépticas son utilizadas en la ciudad, para viviendas unifamiliares o grupos reducidos de residencias, así como en el medio rural, en donde se pretende evitar disponer de las aguas residuales directamente en el suelo o cuerpos de agua. No obstante, en la actualidad, las entidades municipales están tratando de evitar a toda costa que estos sistemas se sigan instalando, y en cambio se propone la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), argumentando que a las fosas sépticas, por lo general, no se les da mantenimiento alguno y que el efluente séptico no es adecuado para ser dispuesto en el suelo o en cuerpos de agua, lo cual para el caso del territorio nacional, es totalmente comprobable.

VII. Diseño de fosas sépticas

Algunos lineamientos a considerar al momento de prever la construcción de sistemas de fosa séptica que aprovechan la absorción del suelo son:

- Que no contaminen abastecimientos de agua potable.
- Que no den lugar a un peligro público para la salud, al ser accesibles a insectos u otros posibles transmisores que puedan entrar en contacto con alimentos o agua para beber.
- Que no representen un peligro público al ser accesibles a niños.
- Que por ningún motivo violen las leyes o reglamentos referentes a contaminación de agua o eliminación de aguas residuales.
- Que no causen molestias a los usuarios, debido a olores o apariencia antiestética.
- Que tomen en cuenta las características de permeabilidad del suelo absorbente.

Las características de permeabilidad del suelo que reciben el efluente séptico, son las más importantes en el uso de fosas sépticas y pozo de absorción o campos de infiltración. Previa la construcción de fosas sépticas, los registros de pozos o de perforadores de pozos pueden ser útiles para obtener información acerca del nivel freático y de las condiciones del subsuelo. Se ha observado que en algunas zonas, los estratos del subsuelo varían en distancias cortas, y deben verificarse sondeos en el sitio en donde se ubique el sistema. Si el subsuelo parece aceptable, deben ajustarse pruebas de filtración en los puntos y elevaciones seleccionadas como típicas de la zona en donde se localizará el campo de eliminación de aguas negras.

Las pruebas de filtración ayudan a determinar la calidad del suelo y establecen dimensiones de diseño del sistema subterráneo de eliminación. El tiempo requerido para las pruebas de filtración variará según los diferentes tipos de suelo, el método más seguro es hacer pruebas en agujeros, que se han mantenidos llenos de agua, por lo menos 4 horas o mejor aún, durante toda una noche anterior. Deben efectuarse bastantes pruebas en agujeros separados para asegurar la validez de los resultados.

Existe una prueba de filtración ideada en el Centro de Ingeniería Sanitaria Robert A. Taft, que reúne estos principios. Su uso es recomendable cuando el conocimiento de los tipos de suelos y su estructura es limitado, como lo es en medio rural.

A. Especificaciones

1. Materiales. Las fosas sépticas deben ser estructuralmente estables y estar construidas de materiales no susceptibles a sufrir corrosión o deterioro, tales como el concreto, metal tratado, barro vitrificado, bloques pesados de concreto, o ladrillos fuertemente calcinados, así como plásticos o polietilenos de alta densidad (HDPE).

2. Generalidades. El relleno de tierra alrededor de las fosas sépticas debe hacerse en capas delgadas, compactadas cuidadosamente, de forma tal que no induzcan deformaciones sobre la fosa. El asentamiento del relleno puede hacerse usando agua, tomando en cuenta que el material es humedecido completamente del fondo hacia arriba y que la fosa se llena con agua, en primer lugar para evitar la flotación. Deben proporcionarse accesos adecuados a cada compartimiento del depósito para inspección y limpieza.

B. Fosas construidas *in-situ*

Un tanque séptico se debe diseñar con capacidad para remover casi todos los sólidos sedimentables y descomponer los elementos orgánicos en forma anaeróbica. Para cumplir este propósito, un tanque séptico debe contar con lo siguiente un volumen apropiado, para retener adecuadamente los sólidos de las aguas residuales.

Para la sedimentación efectiva de los sólidos cloacales, el tiempo de retención de los líquidos debe ser como mínimo de 24 horas. Normalmente, dos tercios del volumen del tanque se reserva para almacenar el lodo y la nata cloacales que se acumulan, por lo tanto el tamaño del tanque séptico debe basarse en una retención inicial de tres días.

Se han utilizado tanques cilíndricos hechos con tubos de alcantarillado de diámetro grande, y algunas veces, resultan más baratos. Aunque sólo rinden buenos resultados para un número limitado de usuarios, se estima que por cada 2.5 personas, se necesita un tramo de tubo de cemento de 0.76m de diámetro y 1.22m de longitud unidos con mortero 1:3 y tapados en sus extremos con un muro de 0.14m de espesor. Por lo anterior, se necesitaría, en teoría, una gran longitud para un número mayor de personas servidas, pero según se verá más adelante esto no es aplicable para Guatemala. En cambio, un tanque rectangular, de un solo compartimiento, da mejor resultado con una longitud igual al doble o triple del ancho, y una profundidad de 1 a 3 metros.

Los dispositivos de entrada y salida del tanque deben estar bien ubicados, para que funcionen hidráulicamente bien, y evitar que el lodo y la nata sobrenadante salgan de la fosa séptica.

Ya que el proceso de digestión es anaeróbico y no requiere de oxígeno, la ventilación directa no es necesaria. Sin embargo, se deben tomar precauciones para que salgan los gases que se producen dentro del tanque, a través de un tubo de ventilación.

Una vez tomados en cuenta estos lineamientos, se puede esperar que el sistema de fosa dé un servicio satisfactorio. La experiencia ha mostrado que para la construcción de estos sistemas se requiere adecuada supervisión, inspección y mantenimiento, para asegurar su buen funcionamiento.

Los sólidos que sedimentan se van al fondo del tanque, se acumulan y sufren digestión anaeróbica. Por esta razón, la cantidad de lodo que se acumula finalmente en el estanque es pequeña; sin embargo, constituye una cantidad determinada, que con el tiempo hace disminuir el volumen efectivo de la fosa séptica y, por lo tanto, el período de retención. Se estima que el volumen de lodos digeridos por persona entre períodos de limpieza (máximo dos años) es del orden de 30 a 60 litros. La fosa debe construirse, como todas las construcciones referentes a ingeniería sanitaria, de la forma más simple posible, con todas sus partes accesibles y fáciles de limpiar, evitando utilizar mecanismos o piezas móviles, y asegurando la perfecta automaticidad del funcionamiento.

La fosa séptica fabricada *in situ*, debe ser estucada interiormente con mortero de cemento puro antes de su fraguado inicial. Se recomienda que entre la cara inferior de la cubierta de la fosa y el nivel máximo del agua, deberá dejarse un espacio de 25cm a 40cm, para la acumulación de gases, materia flotante y nata que se genera.

El tanque séptico debe estar provisto de una tapa de registro impermeable y hermética de, no menos de 60cm de diámetro, que permita el acceso de un hombre y la extracción periódica de los lodos. Normalmente, y debido a las pendientes de las tuberías, la fosa séptica por lo general se encuentra a bastante profundidad. En este caso, el acceso se hace a través de escalones.

Las aguas negras provenientes de los domicilios llegan a la fosa séptica por medio de una T que descarga verticalmente, sumergida no menos de 60cm bajo el nivel del agua. La T se coloca inmediatamente debajo de la tapa de registro y dispone de un tapón que permite el varillaje en caso de obstrucciones. La salida del agua sedimentada se efectúa también a través de una T colocada en el extremo opuesto y que sumerge en el agua hasta 1 metro en el agua. La cabeza superior de la T se deja destapada y colocada en el espacio libre entre la cara inferior de la cubierta y el nivel del agua, con el fin de permitir el escape de gases del efluente de la fosa séptica. No obstante, también es posible utilizar tabiques difusores o pantallas en reemplazo de las T de entrada y salida. Sin embargo se pueden adaptar distintos diseños que según el criterio del ingeniero sean necesarios, como las dos pantallas colocadas a dos tercios de la longitud total y la proyección hecha debajo de la T de salida, para evitar que los sedimentos suban por la T, (ver Figura 4).

En cuanto a las dimensiones de la fosa séptica, varían según el número de personas servidas, tiempo de retención, velocidad de escurrimiento y espacio adicional para la acumulación de lodos. Normalmente, dos tercios del volumen del tanque se reserva para la acumulación de lodo y nata cloacal, por lo tanto el tamaño del tanque séptico debe basarse en una retención inicial de 3 días. Así se tiene la

seguridad de que hay capacidad por aun día más de uso antes de cada operación de limpieza del lodo.

En la parte superior se forma una nata de materiales livianos y grasas. El líquido sin sólidos, fluye a través de una salida localizada inmediatamente debajo de la capa de grasas y normalmente se trata a través del sistema de absorción subsuperficial en el suelo. El efluente del tanque séptico es un líquido que contiene altas concentraciones de materia orgánica, nutrientes y gérmenes entéricos. Este efluente no debe descargarse a drenajes superficiales, arroyos o lagos sin tratarse previamente.

C. Fosas prefabricadas

Los distintos fabricantes de fosas de polietileno recomiendan varios parámetros de uso para el constructor o usuario de fosas sépticas prefabricadas (FSP), esto dependiendo de la capacidad de trabajo de sus productos. Algunos mencionan que es práctico dejar de hacer fosas cuando se tratan 35,000 litros de aguas residuales o bien 35 viviendas, equivalente a 175 usuarios, otros indican que es práctico dejar de utilizarlas cuando el número de usuarios excede de 12 personas, y por último algunos sugieren dejar de hacerlo cuando se tratan 10,000 litros de aguas negras. Y a partir de estos datos, por encima de estos valores, los fabricantes sugieren el uso de PTAR, aplicables a zonas residenciales grandes tales como condominios, o bien centros comerciales, industrias, etc.

Sin embargo, con el fin de respetar las disposiciones gubernamentales, aplicadas a través de las municipalidades, es necesario tomar en cuenta cuál es el criterio que dichas instituciones

sugieren, para la aplicación o no de las fosas sépticas. El criterio básico de las municipalidades es utilizar fosa séptica únicamente cuando se trate de una fosa séptica por vivienda o familia, y en donde el mantenimiento de la misma sea constante a lo largo de su vida útil, o bien en medio rural para servir a un máximo de dos viviendas o dos familias por fosa, que en este caso serían utilizadas en serie o en paralelo con su respectivo pozo o campo de absorción.

Por tal razón, actualmente en Guatemala, el diseño de fosas sépticas ya no se rige como el diseño descrito en el capítulo VII, es decir, para el diseño de fosas sépticas fabricadas *in situ*, sino para obtener parámetros que dan al constructor o diseñador la idea de la fosa que necesita y así solicitarla al fabricante de su preferencia.

Algunos datos de diseño para fosas sépticas, sugeridos por quienes instalan y dan mantenimiento a fosas sépticas (Mapreco) son: utilizar un abasto de agua de 200 litros/habitante/día para zonas urbanas y 250 l/h/d para zonas rurales. Se toma en cuenta que por distintas razones la familia guatemalteca promedio tiene 5 habitantes/casa por lo que se requiere una fosa de entre 1000 y 1250 litros por familia o vivienda, con el fin de asegurar un período de retención mínimo de 12 horas aunque en algunos casos se puede usar 8 horas. Aumentar el tiempo de retención más del tiempo recomendado sería provocar un aumento en el volumen de la fosa innecesariamente, y esto no es recomendable si a la fosa no se agregarán influentes en un futuro. De aquí podemos inferir, que por cada 5 personas se necesita aproximadamente 1.0 m³ de volumen en fosa o bien, 0.2m³ por persona. Sin embargo, pues en el caso de fosas de 4.1 m³ (que servirían a 20 personas), algunos fabricantes aseguran que la capacidad es de 30 a 45 personas, cuando la descarga promedio de

líquidos por persona se mantiene sin cambio. Lo anterior significa un aumento del 50 hasta el 150 por ciento o más, en la cantidad de usuarios recomendados, esto puede significar una molestia para el usuario, ya que el exagerar la capacidad de servicio de una fosa, representa limpieza más frecuente, y por lo tanto un aumento en el costo de mantenimiento. Por tal razón el diseñador, debe estar conciente de los requerimientos reales de los usuarios y no dejarse guiar por las recomendaciones de los fabricantes, que por lo general tienen fines comerciales. Sin embargo, como se dijo antes, las fosas sépticas son aplicables a un número limitado de personas.

VIII. Instalación, mantenimiento y limpieza de las fosas sépticas

A. Instalación

Existen distintos tipos de fosas sépticas y materiales para construirlas. En Guatemala las fosas instaladas son plásticas o construidas de concreto. Existe cierta preferencia por las fosas de polietileno, por su fácil manejo e instalación, debido a su peso liviano. Actualmente aún se utilizan fosas de concreto construidas *in situ*, o bien prefabricadas de concreto, sin embargo, en el mercado existe una cierta aversión por dichas fosas, porque son muy pesadas, lo cual hace complicado su manejo. Otro factor importante por el que las fosas sépticas de concreto no son muy populares, es porque el precio de los materiales con que se construyen están sujetos a cambios. Además, es común encontrar fallas en fosas de concreto, mientras que las fosas de plástico poseen garantía de los fabricantes. Las fallas en fosas de concreto, pueden deberse a sismos o mala colocación de las mismas, provocando grietas o rupturas de la fosa. Por tal razón, los líquidos y sólidos escapan de la fosa provocando socavamiento o formación de cavernas en el terreno subyacente a la misma, que pueden llegar a ocasionar el colapso, aún de la residencia o edificación servida. La preferencia por las fosas plásticas se basa en la facilidad para su transportación y manejo, que no es precisamente el caso de las fosas de concreto. Aunque deben tenerse ciertos cuidados con las fosas sépticas plásticas, y uno de ellos es evitar colocarlas muy expuestas a la intemperie, pues el material se puede degradar antes de lo previsto, sufrir deformaciones debido al calor, etc.

Se ha observado que si las fosas plásticas no poseen la tapa colocada, la boca de la fosa sufre deformaciones, que luego impiden ser adecuadamente cerradas, de tal forma que puede representar una fuente de enfermedades para los habitantes. Todas las fosas, ya sean de concreto o de polietileno, deben estar asentadas sobre un suelo estable, esto se logra con suelo cemento o bien fabricando una losa de tal forma que la posición de la fosa no sea inclinada.

Actualmente, en Guatemala, las fosas instaladas son vistas como plantas de tratamiento de aguas residuales, y es importante recalcar, que las fosas sépticas no son plantas de tratamiento, sino sistemas de pre-tratamiento. Generalmente su uso corresponde a residencias unifamiliares o condominios pequeños, o como sistemas de pre-tratamiento cuando se utilizan plantas de tratamiento de industrias, hoteles, centros comerciales, etc. La perspectiva actual se ve reflejada por el hecho de que los constructores, vendedores y usuarios de fosas sépticas, instalan fosas y usualmente construyen sobre las mismas, cualquier tipo de estructura. Tal es el caso de algunos establecimientos educativos, comercios, industrias e instituciones de prestigio, que construyen canchas deportivas, cafeterías y cualquier tipo de estructura sobre las fosas, o en algunos casos no son edificaciones sino costosas jardinizaciones de residencias, hoteles o centros recreativos que bloquean la entrada a la fosa para su debido mantenimiento. Esto denota la falta de sentido de mantenimiento de las fosas que existe en el país. De aquí surge la recomendación de dejar completamente a la vista el acceso a las fosas sépticas para su limpieza y mantenimiento periódico, así como la construcción de una losa superior para evitar cargas excesivas sobre las fosas, si se construye sobre las mismas. Se recomienda además, la construcción de un brocal en las entradas a la fosa, para protegerla y distinguirla. Si lo anterior no es

deseado, se pueden colocar sobre la tapa artículos decorativos o edificaciones desmontables o abatibles, como grama artificial en el caso de jardines, con el fin de no ocasionar la destrucción parcial o total de los mismos. Esto, aunque sencillo, representa un ahorro para el usuario, pues en muchos casos, cuando ocurre el colapso de una fosa séptica, es necesario destruir la estructura que está sobre la fosa, y finalmente llegar a ella para su limpieza. Y es precisamente aquí en donde se recomienda a los fabricantes y constructores de fosas sépticas, rotular la tapa con especificaciones tales como, capacidad de la fosa, fabricante, etc. Esto facilita saber qué equipo es el adecuado para la limpieza de la fosa, desde la bomba que succiona los lodos hasta el camión que los transporta, y así no incurrir en gastos adicionales para el usuario.

Como se ha mencionado anteriormente, la fosa séptica sólo es aplicable en medio rural para dos viviendas, o bien para medio urbano cuando se busca servir a una sola vivienda. Si estas condiciones no se cumplen, es necesario diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

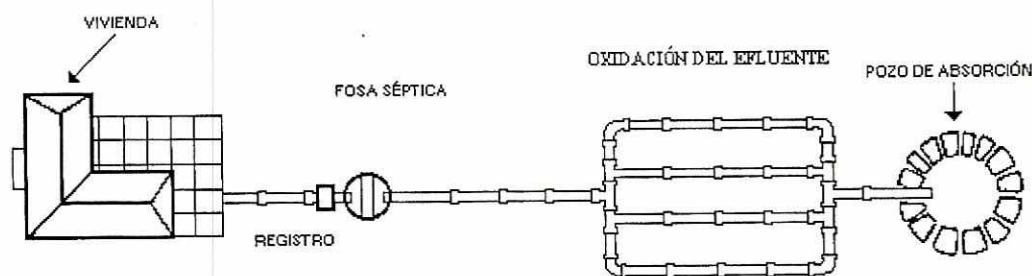
La instalación de las fosas sépticas en muchos casos se hace luego de construida la vivienda, aunque lo óptimo sería diseñar tanto la vivienda como la fosa séptica como un todo.

Para optimizar el rendimiento de las fosas sépticas, es recomendable construir una trampa de grasas previo a la fosa y mejor aún si ésta tiene rejas con el fin de evitar la entrada de cualquier sólido de tamaño grande como troncos, basura, etc. (ver Figura 5).

Al momento de localizar la fosa séptica se recomienda tomar en cuenta no instalarla en terrenos pantanosos, de relleno o sujetos a inundación como en zonas costeras o bien de lluvia intensa. Tampoco es recomendable instalarla en donde exista paso de vehículos, únicamente dejarla accesible para su limpieza en caso de ser necesario el bombeo por medio de un camión tanque equipado. Es necesario tomar en cuenta la posibilidad de futuras ampliaciones de la vivienda, para poder ubicar correctamente la fosa séptica.

Figura 3 Sistema de tratamiento "fosa séptica"

(Cortesía de Rotoplas)



A continuación se presenta una tabla que indica las distancias mínimas a las que se deben colocar las fosas sépticas de construcciones, con el fin de evitar daños a los inmuebles. Entre los daños a edificaciones, por mala ubicación de las fosas sépticas se encuentran, humedecimiento y destrucción de muros subterráneos y muros perimetrales, muros y losas dañados por raíces de árboles que buscan agua deformando el terreno, carpetas asfálticas dañadas por el humedecimiento del suelo subyacente a la estructura. Y el factor más importante es que el tanque séptico esté lo suficientemente alejado de cuerpos de agua por razones de salubridad.

Tabla 1 Límites de distancia entre la fosa séptica y construcciones cercanas

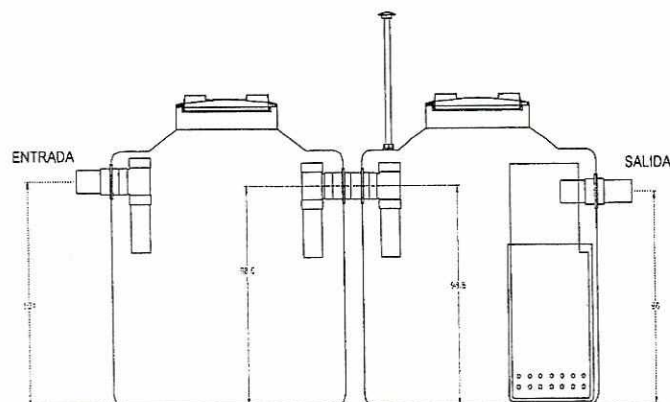
(Cortesía de Durman-Esquivel y ROTOPLAS)

Componente	Distancia mínima (m)
Construcciones, límites de terrenos y campos de infiltración.	1.50
Árboles y cualquier punto de redes públicas de abasto de agua	3.0
Vivienda, predios colindantes, paso de vehículos.	5.0
Cuerpos de agua de cualquier naturaleza	15.0
Distancia a pozos de agua o fuentes utilizadas como abasto de agua.	30 a 60

La ubicación de fosas sépticas en el medio rural, está más regida por límites con terrenos colindantes o bien pozos de agua para uso público. Por lo general, se sugiere el uso de hasta dos fosas sépticas para servir dos viviendas, en este caso pueden ser colocadas en serie para manejar un mayor volumen de aguas residuales. En la figura 6 se muestra la disposición de dos fosas en serie cuyo rendimiento es muy similar al de una sola fosa, como se verá luego.

Figura 4 FSP de dos etapas o "en serie"

(Cortesía de Rotoplas)



B. Mantenimiento y limpieza

En la actualidad, muchos fabricantes y distribuidores de fosas sépticas indican la cantidad de usuarios a servir, volúmenes de fosas, entre otros datos. Sin embargo, no presentan el rango de tiempo en el que éstas deben limpiarse, de acuerdo con el número de usuarios sugeridos.

En cuanto al tiempo de limpieza de las fosas sépticas, desde distintos puntos de vista, puede ser diametralmente opuesto; si se analiza desde la perspectiva del usuario, éste desea que la fosa nunca requiera mantenimiento, es decir, que todo el mantenimiento represente un costo nulo; sin embargo, desde el punto de vista de quien hace el mantenimiento de la fosa, lo óptimo sería acortar el tiempo de limpieza al mínimo, pues esto incrementa sus utilidades. No obstante, dependiendo de la descarga, los desechos que la fosa recibe y su capacidad, lo recomendable es de 12 a 18 meses. Aquí es necesario recomendar que con el fin de optimizar todo el proceso, es útil no disponer en la fosa, desechos o basura no degradables, entre otros. Estos pueden obstruir el flujo en una fosa séptica y finalmente causar el colapso de la misma. Esto se evita fácilmente, colocando un desarenador o una caja de registro con una o más cribas, ubicada previo a la fosa, para que en esta se acumulen los desechos que puedan entorpecer su funcionamiento. La caja de registro se debe limpiar cada 6 ó 12 meses o según el tiempo de acumulación de basura.

Aunque es necesario recomendar al usuario, que a su vez evite disponer de basura en la fosa, esto disminuye la acumulación de lodos y a su vez garantiza optimizar el tiempo de limpieza.

En cuanto al volumen de lodos que ocupan la fosa, y el momento en el cual es preciso extraerlos, se tienen tres etapas básicas. Del 25 al 50% del volumen de la fosa ocupado por lodos, el funcionamiento de la fosa es aceptable. Del 50 al 75% del volumen, el mantenimiento es necesario. Del 75 al 100% el mantenimiento ya no es preventivo sino correctivo, pues aquí suelen suceder los colapsos de la mayoría de dispositivos de filtración, o desastres ocasionados a las áreas adyacentes o instalaciones hidráulicas de la vivienda. Tal es el caso de pozos de absorción o campos de infiltración, que están totalmente colmatados de sólidos, porque en un momento determinado, los sólidos fluían juntamente con los líquidos fuera de la fosa, y así bloquearon los pozos, convirtiéndose estos en otra fosa o simplemente pozos cerrados. Esto ocasiona contaminación del suelo, así como pérdida del índice de filtración de los suelos, además, si el terreno está cercano a un cuerpo de agua es seguro que aguas abajo, pueda tenerse problemas de contaminación del agua. De aquí la importancia de dar un buen uso al sistema de fosa séptica.

Para garantizar el adecuado funcionamiento de la fosa séptica se recomienda realizar una inspección visual del contenido de la misma cuando menos cada seis meses, asimismo se limpie antes que se acumule demasiado material flotante o sólidos que pudiera hacer disfuncional el sistema, se recomienda un periodo de doce meses.

Si esto no se hace, se disminuye el volumen útil y se originan algunos trastornos, entre los cuales se pueden mencionar:

1. Disminución del período de retención y por lo tanto, aumenta la velocidad de flujo dentro de la fosa, esto conlleva al arrastre de sólidos que finalmente obstruyen o inutilizan los sistemas de

tratamiento secundario, como pozos de absorción, campos de infiltración, etc.

2. Obstrucción de los conductos de entrada del agua servida o de salida del agua sedimentada.
3. El líquido efluente puede brotar a la superficie del terreno y el agua negra remansarse en las conexiones de fontanería. Cuando esto sucede no sólo es necesario limpiar la fosa, sino también construir un nuevo campo de eliminación.

La mayor parte de los instaladores de fosas sépticas afirman que una inspección de las acumulaciones de los lodos y natas es la única forma de determinar, de manera efectiva, cuándo una fosa dada requiere limpieza. Cuando una fosa es inspeccionada, la profundidad del lodo y de la nata deben medirse en la vecindad del deflector de salida. La fosa debe ser limpiada si:

- a) El fondo del conjunto de natas está a menos de 7.5cm del borde inferior del deflector de salida.
- b) Los lodos llegan a 20cm del borde inferior de la "Tee" de salida.

En la mayor parte de las comunidades donde se usan fosas sépticas, hay compañías cuyo negocio es la limpieza de las mismas.

Con el fin de extraer el lodo de la fosa séptica se requiere hacer succión a través de una manguera y bomba que evacuen los lodos a un estanque hermético, montado sobre un camión. Las fosas no deben lavarse ni desinfectarse después del bombeo. Un pequeño residuo de cieno debe dejarse en la fosa para propósitos de inoculación. Se debe tener cuidado al iluminar el interior de la fosa séptica, por ejemplo, utilizar

una bombilla eléctrica o linterna; de lo contrario se puede originar una explosión ocasionada por la combustión del metano acumulado en la parte superior de la fosa.

Cuando se le dé mantenimiento a una fosa séptica grande, debe tenerse cuidado de no entrar en la fosa hasta que sea profusamente ventilada y los gases se hayan desalojado para evitar riesgos de asfixia para los trabajadores, como mínimo se recomienda de 30 a 60 minutos.

El funcionamiento de las fosas sépticas no se mejora con la adición de desinfectantes u otras sustancias químicas. En general, la adición de sustancias químicas a fosas sépticas no se recomienda. Algunos productos de patente que se dice, "limpian" las fosas sépticas contienen hidróxido de sodio o hidróxido de potasio como agente activo. Tales compuestos pueden provocar aumento de cieno y un notable incremento de la alcalinidad y pueden interferir con la digestión. El efluente resultante puede dañar gravemente la estructura del suelo y causar atascamiento acelerado, aunque pueda experimentar un alivio temporal inmediatamente después de aplicar el producto.

Cerca de 1200 productos, muchos de ellos conteniendo enzimas, han sido lanzados al mercado para utilizarse en fosas sépticas, y anuncios extravagantes se han hecho para algunos de ellos. Sin embargo, ninguno ha resultado ser ventajoso en pruebas debidamente controladas.

No es recomendable que los lodos extraídos de la fosa séptica se utilicen como abono, ya que existe materia orgánica semidigerida y fresca que puede causar enfermedades. Sin embargo el lodo del tanque séptico puede usarse como fertilizante en la agricultura, o bien

estabilizarse por medio de la compostificación. El lodo se mezcla con materias vegetales tales como el jacinto acuático, heno de arroz, basura doméstica o aserrín y otros desechos de madera. Luego, esta mezcla se transforma aeróbicamente en un material conocido como "compost". En algunos casos el lodo del tanque séptico también puede verterse en lagunas de estabilización de aguas residuales.

La selección del sistema de disposición del efluente séptico depende, en cierto grado, de la localización del sistema en el área que se considera. Como se recomendó al inicio, debe mantenerse una distancia prudente entre el sitio y cualquier fuente de agua potable. Puesto que la distancia a la que la contaminación puede llegar bajo la tierra, depende de varios factores, incluyendo las características de las formaciones del subsuelo y del volumen de aguas negras descargado. Por tal razón, ninguna distancia predeterminada será absolutamente segura en todas las localidades. Ordinariamente se puede decir que entre mayor sea la distancia, mayor será la seguridad proporcionada. En general la localización de componentes de sistemas de eliminación de aguas negras debe ser como muestra la Tabla 1.

Los pozos de filtración no deben usarse en zonas donde el abastecimiento de agua para el hogar se obtiene de pozos poco profundos, o en donde existan formaciones de caliza y hundidos, que conecten canales subterráneos a través de los cuales pueda llegar contaminación a fuentes de agua potable o agua subterránea.

Se recomienda que la excavación de pozos de filtración debe terminarse 1.2m arriba del nivel del agua freática. No obstante, la tendencia actual es no utilizar pozos de absorción, sino lechos de

infiltración, pese a que estos sistemas requieren una delicada instalación y son muy susceptibles a sufrir obstrucción por sólidos. El pozo de absorción debe ser visto, asimismo, como una de las últimas alternativas en cuanto a sistemas de disposición de aguas residuales.

IX. Eficiencia de las Fosas Sépticas Prefabricadas (FSP)

La eficiencia de las FS se puede medir de acuerdo a la diferencia en la calidad del agua que llega a la fosa y aquella que sale, es decir, el influente y efluente séptico. La eficiencia de las FS, es afectada por la forma de la fosa, por los dispositivos pre, intra y post-fosa como se discutirá más adelante.

Algunos fabricantes de FSP, mencionan que las fosas tipo cilindros verticales o tipo "tinaco" no son tan eficientes como las fosas tipo cilindros horizontales, argumentando que la distancia entre la entrada y salida del líquido séptico no es lo suficientemente grande como para proporcionar una sedimentación adecuada de los sólidos. Sin embargo, como se puede ver en la Tabla 2, las fosas tipo tinaco, presentan una eficiencia de cerca del 80%, es decir, 122mg/L de los sólidos suspendidos totales (SST) (ver tabla 2), que comparado con los valores sugeridos por entidades municipales, está dentro del valor aceptable, 120mg/L, (ver tabla 3) tanto para fosas simples como para fosas dispuestas en serie en condiciones de stress y mejor aún, para los valores esperados en casa habitación que son muy bajos.

A continuación se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para las FSP tipo tinaco de marca Rotoplas, con respecto a la calidad del influente y el efluente séptico, y los requerimientos municipales.

Tabla 2A Parámetros obtenidos para FSP de 1 etapa tipo "finaco"
(Colesía de Rotoplas y EMPAGUA)

Equipo: FSP de 1 etapa	Concentración						
	Parámetros (mg/l)	Observada en condiciones forzadas		Eficiencia %	Valores esperados para casa habitación		Valor requerido
		Influyente	Efluyente		Influyente	Efluyente	
pH				6.5	6.0	7.5-8.0	
Grasas y aceites	12.25	1.19	90.31	100	9.7	---	
Sólidos sedim.	0	0	100	10	0	---	
SST	478.5	129.13	78.17	220	48	120	
DBO 5	500.33	296.48	47.53	220	115	60	
Nitrógeno total	44.64	31.5	29.44	40	28	---	
Fósforo total	8.28	5.82	29.77	8	2.4	---	
E.Coli (NMP/ml) (en millones)	83	11.5	86.14	10	1.386	---	
Huevos de Helminto	2	0	100	5	0	---	

Tabla 2B Parámetros obtenidos para FSP de 2 etapas tipo "finaco"
(Colesía de Rotoplas y EMPAGUA)

Equipo: FSP de 2 etapas	Concentración						
	Parámetros (mg/l)	Observada en condiciones forzadas		Eficiencia %	Valores esperados para casa habitación		Valor requerido
		Influyente	Efluyente		Influyente	Efluyente	
PH				6.5	6.0	7.5-8.0	
Grasas y aceites	12.25	3.71	69.69	100	30.3	---	
Sólidos sedim.	0	0	100	10	0	---	
SST	478.5	122	80.43	220	43	120	
DBO 5	500.33	260.59	55.04	220	99	60	
Nitrógeno total	44.64	31.82	28.72	40	28	---	
Fósforo total	8.68	8.19	1.15	8	7.9	---	
E.Coli (NMP/ml) (en millones)	83	15.33	81.53	10	1.847	---	
Huevos de Helminto	2	0	100	5	0	---	

Tabla 3

**Parámetros municipales para descargas hídricas
en suelos y cuerpos de agua**

(Datos proporcionados por EMPAGUA)

DBO 5	60 mg/L
DQO	140 mg/L
Sólidos suspendidos	120 mg/L
Temperatura	24 °C
PH	7.5 – 8.0

Algo importante de recalcar es la comparación de todos los parámetros, es decir, entre los obtenidos para una fosa tipo tinaco y los sugeridos por las autoridades. En cuanto a la DBO 5, medida que da una idea, del nivel de contaminación del agua, significa que para una DBO 5 alta, se tiene un agua altamente contaminada. Si se observa la DBO 5 para la fosa tipo tinaco, en condiciones de stress y para los valores esperados por casa habitación, éste oscila entre 280mg/L y 100mg/l respectivamente, que para ambos casos no cumple con los 60mg/L requeridos. De aquí, la importancia de no permitir que la fosa trabaje en condiciones forzadas, es decir, de bajo mantenimiento, pues se sobrecarga al medio filtrante, ocasionando su colapso.

Claramente se puede ver que la fosa da un tratamiento preliminar a las aguas negras, y que para uso de casa habitación en medio rural es útil, no así para el medio urbano, en donde el área disponible es escasa y el número de habitantes por metro cuadrado es mucho más grande.

En cuanto al parámetro coliformes fecales, se puede ver una eficiencia del 82 al 85% en la FSP tipo tinaco, no obstante, la descarga de coliformes al medio filtrante es alta, de aquí el manejo adecuado del efluente séptico.

Se debe recalcar que los parámetros requeridos por las autoridades, corresponden a plantas de tratamiento de aguas servidas, de aquí, la inexistencia de los parámetros coliformes fecales, huevos de helminto, fósforo y nitrógeno. La existencia de este tipo de parámetros en PTAR, significaría su ineficiencia. La presencia de fósforo y nitrógeno en las PTAR implica el desarrollo de algas y otro tipo de organismos que podrían alterar su funcionamiento.

A. Dispositivos que mejoran la eficiencia de las FS

Actualmente, existen distintos dispositivos que pueden ser utilizados en las fosas sépticas con el fin de optimizar su funcionamiento. Dichos dispositivos van desde artículos completamente sofisticados y manufacturados, hasta dispositivos hechos con recursos que para cualquier usuario están a su alcance y él mismo los puede fabricar. Existen bio-filtros verticales que se colocan en la salida de la fosa, que permiten que sólo el agua séptica fluya hacia fuera, impidiendo que otro tipo de partículas u organismos escapen de la fosa. Esto claramente da como resultado que el efluente séptico sea menos contaminante y se logre una filtración en el suelo mucho más rápida. Sin embargo estos productos pueden tener un precio alto y su mecanismo puede ser muy frágil así como depender de un mantenimiento cuidadoso. De forma análoga, el usuario o fabricante de la fosa séptica puede colocar en el tubo de salida de la fosa séptica, una malla con piedras en el fondo y llena con desechos plásticos triturados, esto hace la función de bio-filtro, aumentando el área de contacto entre bacterias que reaccionan con el efluente séptico, a la vez de dificultar la salida de partículas sólidas, no deseadas en un pozo de absorción o lecho de infiltración. Este sencillo dispositivo puede removerse cada 6 ó 12 meses, según sea

necesario, no requiere de un mantenimiento sofisticado y es fácil de colocar o remover.

Recientemente, un concepto similar ha sido adaptado en un tipo de fosa séptica que utiliza el concepto del aumento del área de contacto entre bacterias y el efluente séptico. Estas fosas, en su interior contienen desechos plásticos confinados o bien residuos de llantas de automotores, que funcionan como medio de cultivo de bacterias que forman una capa o película bacteriana, acelerando y mejorando así, el proceso de descomposición de los lodos y por lo tanto disminuye el tiempo de retención necesario para los sólidos. Este tipo de fosas son de manufactura mexicana, sin embargo los precios de dichas fosas son exorbitantes, por el momento. Esto indica por qué la tendencia actual de demanda de fosas se rige más por precios y diseño de la eficiencia.

Como se indicó anteriormente, existen fosas aeróbicas, anaeróbicas o combinaciones de ellas, tal es el caso de fosas que funcionan como fosas anaeróbicas, y en el fondo cuentan con una especie de esponja que paulatinamente emite burbujas de oxígeno, facilitando así la degradación de bacterias. Este tipo de fosas requieren de una bomba que emita aire y por lo tanto de energía eléctrica para su funcionamiento, de aquí, que su uso no es muy deseado en viviendas por su costo de mantenimiento y operación.

Otro tipo de modificaciones que se pueden hacer a las fosas sépticas es la construcción de paredes internas, longitudinal o transversalmente, con el fin de crear cámaras de deposición de sólidos y tener un flujo poco turbulento dentro de la fosa, pues su eficiencia depende de qué tan rápido se depositan los sólidos en ella. Sin embargo,

aquí se debe de cuidar el aspecto de no hacer tantas divisiones internas de tal forma que se dificulte su limpieza. Por ejemplo, en la mayoría de los casos de limpieza de fosas, se utilizan bombas para succionar los sólidos, comúnmente llamadas, bombas "stanley", en algunos casos los constructores fabrican muros en las fosas, que impiden que ésta pueda ser accesible y en algunos casos dichos muros tienen que ser removidos de las fosas, provocando así que se produzca algún debilitamiento estructural en la fosa, especialmente aquellas hechas de concreto.

Otro tipo de recomendaciones de dispositivos que se pueden incorporar a la fosa séptica con el fin de disminuir el impacto ambiental y el factor estético que éstas provoquen en un área determinada, se puede mencionar la utilización de tubería que deje escapar los gases que se producen dentro de la fosa o pozo de absorción. Dicha tubería consiste en un tubo que origine su trayecto en la fosa séptica o pozo de absorción, y que esté unos pocos centímetros enterrado, posteriormente se puede guiar a través de algún árbol cercano, y así evitar que los usuarios de la fosa puedan ser afectados por malos olores a lo largo de la vida útil de la fosa séptica.

B. Recomendaciones para la disposición y usos del efluente séptico

Como se mencionó con anterioridad, todo apunta a que las áreas de vivienda en Guatemala, seguirán en aumento, no sólo en los alrededores de la ciudad, sino también en áreas rurales, en donde no se cuenta con sistema de drenajes o alcantarillado municipal, es por esto, que un modelo de vivienda se implementa con una fosa y su respectivo campo de absorción incorporado, que para fines de higiene y decoración, termina siendo el jardín. De aquí algunos de los beneficios de

los campos de oxidación, que ayudan a mantener zonas jardinizadas en muy buen estado. Además si el efluente séptico es clorado o tratado puede utilizarse para el riego y cultivo de hortalizas u otras plantas, debido a la presencia de fósforo y nitrógeno, esto con fines de comercialización o bien consumo particular y doméstico.

Es importante hacer ver que para la construcción del campo de infiltración es necesario tomar en cuenta los materiales a utilizar y la profundidad a la cual se descargará el efluente séptico, con el fin de evitar que organismos de origen fecal, afloren a la superficie, convirtiendo así el campo de filtración en un peligro a la salud pública y no en un beneficio.

En Guatemala, según profesionales en el ramo de las aguas residuales, recomiendan que los tubos o dispositivos aspersores de las aguas sépticas, deben estar como mínimo 1.0 metro bajo tierra, con el fin de evitar que la bacteria e. Coli, alcance la superficie. En cuanto a los tubos utilizados para distribuir el efluente séptico, el de mayor uso en el mercado actualmente, es un tubo de 6m de largo por 3 pulgadas de diámetro llamado "drenasep", perforado a máquina en toda su longitud. Los fabricantes de dicho tubo, recomiendan un tubo por cada 2 personas; sin embargo, con el fin de asegurar un buen funcionamiento, los profesionales recomiendan 1 tubo por persona. Una de las ventajas de dicho tubo es que es corrugado, aumento del área de contacto entre las bacterias y el biofilm formado en la superficie del tubo; esto permite que sea flexible y de fácil colocación. Dicho tubo debe ser colocado sobre una base triturada o bien piedrín para promover la rápida filtración del efluente y evitar que la tubería quede obstruida por material limoso que pueda haber en el fondo de la zanja. Con respecto a este tema, se

puede tomar en cuenta para futuras investigaciones, la utilización de una base de otro material, que ataque biológicamente al efluente, tal como desecho de llantas de automóviles, plásticos, materiales no biodegradables, etc. Aunque es preciso indicar que en el mercado existen varios tipos de tubos y fabricantes que se dedican a comercializar dichos dispositivos.

X. Conclusiones y recomendaciones

1. Las fosas sépticas no son plantas de tratamiento de aguas residuales, son dispositivos de tratamiento primario y preliminar de las mismas.
2. El uso de FSP se restringe al área rural para servir a un máximo de dos familias o bien en área urbana para viviendas unifamiliares. Si estas condiciones no se cumplen, es necesario diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).
4. El buen desempeño de la fosa séptica estriba en una supervisión y mantenimiento adecuado a lo largo de su vida útil. Ninguna fosa sin su debido mantenimiento funcionará adecuadamente, es más, pone en riesgo la salud de una comunidad.
5. En la actualidad, si se pretende dar un tratamiento de aguas residuales provenientes de una comunidad urbana, entiéndase, residencias, comercios, hoteles y otras construcciones, se debe contar con PTAR, aprobada por las autoridades correspondientes.
6. Es de carácter urgente que las autoridades guatemaltecas emitan una norma, que regule no sólo el suministro de agua, sino también la forma de disponer de las aguas servidas en la ciudad de Guatemala, para evitar dar rienda suelta a una crisis de carácter nacional.

XI. Bibliografía

Literaria:

Bedinger M.S., Fleming J.S., and Johnson A.I. (1997), **Site Characterization and Design of On-Site Septic Systems**. ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428. U.S.A.

Kalbertmatten, J.M., Julius D.S., Gunnerson, C.G., and Mara, D.D. (1982), **Appropriate Sanitation Alternatives: A Planning and Design Manual**. The World Bank, 1818 H Street N.W., Washington, D.C. 20433, U.S.A.

Polprasert, C. and Rajput, V.S., (1982), **Septic Tank and Septic Systems**, Environmental Sanitation Reviews No. 7/8, Asian Institute of Technology, P.O. Box 2754, Bangkok.

Training Network Coordinator, Infrastructure and Urban Development Department, (1991), **Sanearamiento con arrastre hidráulico**.

Unda, F.C., (1992), **Ingeniería Sanitaria**. Santiago de Chile, Chile.

U.S. Environmental Protection Agency, (1980), **Design Manual on Onsite Wastewater Treatment and Disposal**.

Wagner, E., Lanoix J. (1958), **Excreta Disposal for Rural Areas and Small Communities**. World Health Organization. Monograph No. 39.

XII. Entrevistas

Entrevistas, **Ingeniero Arturo Garrido**, Gestión de Proyectos en el Manejo y tratamiento de aguas residuales para la empresa Mapreco y Servicios Portátiles S.A.

Entrevistas, **Ingeniero Marco Antonio Donado**, Análisis y Supervisión de calidad, de la empresa Rotoplas S.A.

EMPAGUA Zona 7, **Ingeniero Mario Rojas**, Análisis y Asesoría de proyectos de tratamiento de aguas residuales en la Ciudad de Guatemala.

Ing. Norma Avendano, Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Aeróbicas, anaeróbicas y mixtas; Durman-Esquivel.

Ing. Fredy Guillermo, Diseño y Asesoría para la construcción de PTAR's, Amanco, Guatemala.

