

Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones

Elías Rosales Escalante ¹

Palabras clave

Tratamiento doméstico, tanque séptico, infiltración, lodos.

Resumen

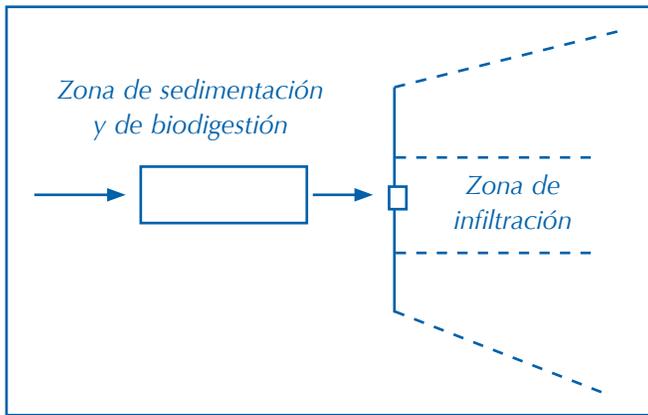
Se ha trabajado en conocer de mejor manera el funcionamiento de la técnica de los tanques o fosas sépticas y de otras técnicas similares utilizadas para el tratamiento individual de desechos líquidos domésticos. El trabajo se ha centrado en estas técnicas porque en la actualidad un alto porcentaje de las viviendas de este país, y de la región centroamericana, están conectadas a un tanque séptico. Por ello, y con el vivo propósito de contribuir con mejores prácticas en el campo de la construcción se preparó, producto de las investigaciones, un documento sobre tanques o fosas sépticas. Esto se realiza en procura de un mejor funcionamiento de una técnica sanitaria muy utilizada que por la sencillez que la caracteriza o lo simple de esta, se ha llegado a tergiversar su función y en consecuencia se han acumulado, con esas malas prácticas de conceptualización y construcción, una serie de defectos que la hacen ineficiente

y la desacreditan. El trabajo realizado tiene una breve introducción de lo que es la técnica: tanques sépticos y cada uno de los elementos que la componen y que intervienen en este proceso sanitario de tratamiento. Revisa un procedimiento racional para calcular el volumen del tanque, se trata sobre las pruebas de infiltración y del procedimiento apropiado que también debe seguirse para el tratamiento de los lodos por extraer periódicamente.

Introducción

Este sistema individual para el tratamiento de aguas residuales producidas por familias que habitan en zonas residenciales poco pobladas, en ciudades donde no existe acceso a otros sistemas colectivos de tratamiento, es también utilizado para el tratamiento de efluentes provenientes de instituciones como escuelas y hospitales de pequeñas comunidades. Es un sistema de tratamiento apropiado para lugares donde se cuenta con abastecimiento domiciliario de agua (cañería); donde el agua llega en forma permanente y suficiente. Este sistema puede recibir tanto el agua con los excrementos humanos como aquella

¹ Ingeniero sanitario, catedrático-investigador; CIVCO-ITCR. Apdo. 159-7050. Cartago, Costa Rica. Teléfono: (506) 550-2311. Correo electrónico: erosales@itcr.ac.cr



Para la técnica del tanque séptico es fundamental la capacidad de infiltración del terreno y no solo las dimensiones del tanque.

proveniente de cocinas y baños (aguas residuales, más aguas servidas).

Es un sistema que utiliza la capacidad que tiene el suelo para absorber. Por lo tanto, su buen funcionamiento depende de que el tanque sedimentador cumpla apropiadamente con la retención de los sólidos más pesados y de las grasas, así como de que los terrenos donde se colocan estos sistemas de tratamiento tengan la capacidad de permitir que se infiltre el agua.

El uso de este sistema de tratamiento se define después de realizar pruebas de infiltración y conocer la capacidad de absorción del suelo. Y cuando en la comunidad o ciudades vecinas también se cuenta con los procedimientos y sistemas para la remoción, recolección y tratamiento de los lodos producidos.

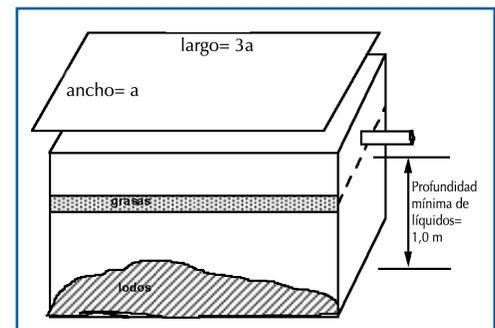
El sistema de tratamiento para aguas residuales, conocido como tanque séptico, consiste entonces, en tres etapas:

La primera es el tanque, el cual es un sedimentador de las partes gruesas que van al fondo y donde las partículas livianas y las grasas se acumulan en la parte superior. En el tanque, al darse la acumulación de partículas, se define una primera etapa de tratamiento, y al

darse una primera descomposición de la materia, por las condiciones anaerobias y la biodigestión lograda, se entra en lo conocido como un avance de una siguiente etapa biológica de tratamiento.

El buen funcionamiento de estos tanques sigue los principios básicos de la sedimentación, debiéndose entonces guardar entre otras razones, una relación de 1:3 entre el ancho y la longitud de la unidad que se construya; así como una profundidad mínima de 1,0 m. En estos tanques se definen varias capas. La zona de almacenamiento, en el fondo, sitio para la acumulación de los sólidos o lodos; en el tramo intermedio (zona de sedimentación) se ubican los líquidos con materia orgánica disuelta, sobre estos se encuentran las grasas o natas y por último se tiene el espacio libre apropiado para que se ubiquen los gases producidos por el proceso anaerobio de descomposición de la materia. El material sedimentado (los sólidos) forma una capa de lodos o fango en el fondo del depósito, que degrada biológicamente por el tiempo de permanencia y la acción de los microorganismos. Es un producto que debe extraerse periódicamente.

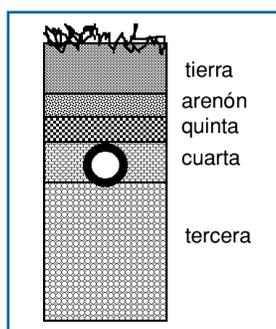
Las figuras de entrada y salida son muy importantes. Deben colocarse T's con prolongaciones y el largo suficiente



Una mejor sedimentación se obtiene al proporcionar el tanque en una relación ancho:largo igual a 1:3. Así como, al establecer una profundidad mínima de 1,0 m para los líquidos, serán posibles de mejor manera las acciones de biodigestión.

como para que sus puntos más bajos se ubiquen en la parte baja, en la capa de “solo” los líquidos, pero sobre la zona de almacenamiento de lodos. Los gases del tanque se evacuarán por la parte superior de esas T's de entrada y salida, y viajarán hacia las tuberías de ventilación que debieron colocarse en las tuberías de evacuación, en las edificaciones, o por las tuberías que van a los drenajes hacia los estratos sobre el campo de filtración.

La segunda etapa es la que se cumple con el drenaje. En esta etapa se dan dos situaciones: una de ellas es la continuación del tratamiento secundario, por medio de la biodegradación de la materia orgánica disuelta en el efluente del tanque. Este proceso es realizado por las bacterias adheridas a las piedras; la otra situación, es la que representa la capacidad de absorción del terreno existente.



Lo correcto es colocar materiales de diferentes tamaños menores sobre la piedra y tubería del drenaje y NO la colocación de plásticos. En el drenaje se cuenta también con procesos microbiológicos por lo que las bacterias transpiran y el sol colabora en los procesos de evaporación.

Los drenajes, para este sistema de tratamiento individual se deben construir con piedra en tamaños entre 7 y 10 cm (aportan mayor superficie de contacto y menos vacíos que la “piedra bruta” o de gran tamaño tradicionalmente usada) y sin la colocación de plásticos,

con el propósito de permitir la evapotranspiración que se obtendrá de la actividad biológica que se debe desarrollar y la interacción de esta etapa con los rayos solares que podrían incidir en esa zona.

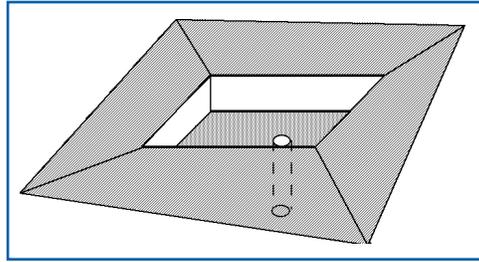
La tercera etapa se refiere a la remoción, tratamiento y disposición de los lodos. De cualquier sistema de tratamiento que se aplique a los líquidos que evacuan excrementos u otros desechos orgánicos, siempre se obtendrá como materia básica sedimentada o mineralizada lo que comúnmente se llaman lodos. Los lodos son los sólidos que se han separado de las aguas contaminadas, y que por lo general se depositan en el fondo de los sistemas de tratamiento integrados a cantidades de agua que ahora forman parte de su consistencia. Los lodos son una masa acuosa, semilíquida. Por su concentración de materia y de bacterias, en la mayoría de los casos, son más contaminantes que las mismas aguas que los traían.

En un tanque séptico los lodos se ubican en dos secciones principales: algunos son pesados y se depositan en el fondo de los tanques, otros, de origen grasoso, son livianos y flotan como “natas” sobre las zonas o capas antes mencionadas.

Prueba de infiltración

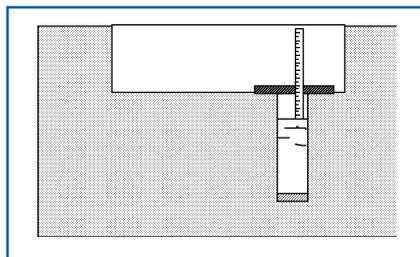
Las pruebas de infiltración se realizan con el propósito de determinar la aceptabilidad o rechazo del sitio escogido como la zona donde se tendrá colocado el subsistema de drenaje, que complementa el proceso de tratamiento de aguas que se realiza en forma individual, por medio de un tanque séptico. Con los resultados de esta prueba, es posible saber si el agua que haya pasado por las etapas de tratamiento será absorbida o no, por el terreno.

Esta prueba consiste en hacer mediciones o lecturas directas en el sitio donde estará colocado el sistema de filtración



El agujero para hacer la prueba de infiltración se coloca en un extremo de la gaveta o excavación, lo que permite a la persona que ejecute la prueba acomodarse de mejor manera para realizar las lecturas requeridas.

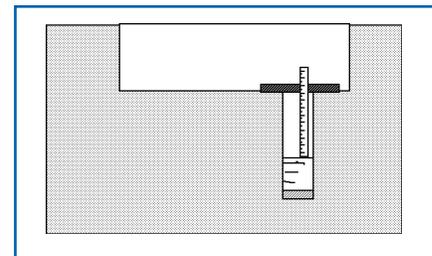
requerido. Es una prueba con la que se pretende conocer las velocidades en que el agua se infiltra en ese terreno. El procedimiento por seguir, mide cambios en la profundidad del nivel del agua que se coloca en el agujero de prueba, durante el tiempo especificado para el trabajo que interesa. Con esos valores o datos de campo, se procede a realizar los cálculos matemáticos requeridos, utilizando también en ello referencias técnicas en las que se encuentran caracterizaciones previas efectuadas a diferentes tipos de suelo, de manera tal que con el trabajo de cálculo se inducen y concluyen las características del sitio en estudio. Con los resultados de la aplicación de esta prueba, al conocerse las características de cada suelo, es posible calcular las dimensiones del drenaje por utilizar en cada caso. Esto es, longitud y sección transversal de zanjas o profundidad y diámetro de pozos de absorción.



La lectura inicial en uno de los lapsos de prueba se hace a partir de una referencia fija y con el nivel del agua alto.

Para esta prueba se requiere que el trabajo de campo se realice en dos etapas. La primera consiste en la apertura o preparación del o los agujeros de prueba y de la acción de saturación del suelo interno de ese agujero. La segunda etapa, es aquella que se realiza cuando se toman lecturas o datos de campo; esta segunda etapa se realiza luego de haber saturado apropiadamente el suelo en el agujero del sitio donde se hace la prueba; por lo general, esto sucede muy temprano al día siguiente de haber realizado la primera etapa.

Es complemento básico de esta prueba la realización de exploraciones a mayor profundidad, con el propósito de verificar la existencia o no de agua subterránea. Los niveles del agua subterránea en un campo de infiltración deben ubicarse a por lo menos 2,0 m más abajo del fondo que vayan a tener las zanjas de drenaje o el fondo de los pozos de absorción.



La lectura final en uno de los lapsos de prueba se hace también a partir de la misma referencia fija colocada y cuando el nivel del agua estará ahora más bajo. Para la siguiente lectura, si es necesario, se coloca más agua en ese agujero.

Una descripción breve de lo que es necesario continuar haciendo para definir la longitud y sección transversal de las zanjas requeridas, es la siguiente:

- Con la tasa de filtración T obtenida (min/cm) del terreno se deduce, de normas vigentes, la velocidad máxima de aplicación de aguas (m/s o litros/ $m^2 \cdot \text{día}$). Estas velocidades (v)

han sido establecidas, para el caso de Costa Rica, por el Ministerio de Salud o por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).

- A este nivel del proceso de cálculo es necesario conocer la cantidad de agua que estará aportando la vivienda o el sistema en análisis; esto sería el volumen (Q) o aporte diario de aguas (litros/día).
- Con la comparación de los datos anteriores, se deduce el área de absorción requerida en metros cuadrados. $A_i = Q/v$
- Adicionalmente, en este proceso de cálculo para definir el campo de infiltración requerido, se aplican otros factores. Estos son coeficientes que toman en consideración *el efecto de la lluvia y la limpieza o tipo de cobertura* (solo zacate, adoquines, huellas de concreto, etc.) que tendrá la superficie donde estará colocada el área de infiltración. A partir de las condiciones prevalecientes y la aplicación de esos coeficientes, se incrementa el valor anteriormente calculado como área de absorción, para obtener en consecuencia como nuevo dato, el valor de la superficie del terreno requerida para el campo de infiltración que se busca.
- La geometría de ese campo de infiltración calculado, se obtiene al fijarse características como: el ancho de zanja y la profundidad de material filtrante graduado bajo las tuberías de drenaje. Según ese ancho y esa profundidad de material bajo los drenes, también de normas vigentes, se obtiene un factor de corrección con el que se fija un nuevo parámetro, conocido como el perímetro efectivo (P_e).
- La longitud de las zanjas por utilizar se obtendrá de la relación

que es posible hacer entre el área de absorción calculada (A_i) y ese dato de perímetro efectivo. Quedando entonces por establecerse otra relación entre el valor de la superficie por ocupar por todo el campo de infiltración y la longitud calculada de las zanjas. De esta manera, se establecerá la separación entre zanjas o el ancho requerido por la superficie total del campo de infiltración pretendido.

El volumen del tanque

Uso de los ABC en la estimación de la cantidad de agua por tratar

Sucede que los parámetros de diseño tradicionalmente utilizados para hacer la estimación de las cantidades de agua que evacuará una vivienda, son más altos que aquellos nuevos parámetros que ahora es posible estimar, gracias al uso en las viviendas o edificaciones de artefactos ahorradores de agua. Esta nueva condición hidráulico-sanitaria y funcional representa una situación muy evidente para el caso de viviendas individuales o de conjuntos que utilicen pequeños sistemas de tratamiento para sus desechos líquidos, como son los tanques sépticos.

Hoy se cuenta con los artefactos de bajo consumo (ahorradores de agua), los cuales popularmente son conocidos como los ABC. Existen inodoros ahorradores que utilizan solo 6 litros de agua por accionado (por descarga) y no tanto como los 23 ó 14 litros utilizados por los aparatos fabricados con viejos conceptos. De manera semejante, ya se tienen en el mercado regaderas o duchas para baño que utilizan menos de 10 litros/minuto.

Un caso nuestro es la evidencia lograda con la recopilación de datos, por 6 meses antes y 6 meses después, del gasto de agua en una familia de 4 integrantes. Se analizaron los datos de su consumo previo, en una casa con artefactos tradicionales y luego, el consumo logrado al haberse cambiado a otra casa donde se instalaron ABC. Ambas casas fueron construidas por la misma familia. El consumo promedio mensual, sin ABC fue de 25,67 metros cúbicos y el consumo promedio mensual con ABC es de 18,83 metros cúbicos. El volumen ahorrado representa un 36,32% del consumo actual.

Método racional para definir un tanque sedimentador/biodigestos

El procedimiento de cálculo con el que se apoya la determinación de las dimensiones de los tanques sépticos toma en cuenta las indicaciones, producto de las investigaciones realizadas por los señores Dr. D.D. Mara profesor de la Universidad de Leeds, Inglaterra y el Dr. G.S. Sinnatamby, coordinador técnico del programa HÁBITAT, Naciones Unidas. Producto de sus trabajos, ellos definieron lo que llamaron procedimiento racional para el diseño de tanques sépticos para climas cálidos y tropicales. (Su trabajo aparece publicado en *The Public Health Engineer*, N.º 14, 4 de octubre de 1986). Con sus investigaciones ellos demuestran que los procesos anaerobios que se llevan a cabo en un tanque séptico en regiones con climas cálidos y de condiciones de temperatura muy “parejas” a lo largo de todo el año, permiten eficiencias de remoción, en promedio equivalentes al 70% de la DBO y al 80% de los SS.

De esta manera, se presenta lo siguiente:

- a) Volumen para sedimentación:
- $$V_s = 10^{-3} (P) (q) t_h,$$

donde: “P” es la población o cantidad total de personas por atender; “q” el caudal de aguas por tratar; y “t_h” es el tiempo de retención hidráulica a considerar para este proceso.

- b) Volumen para biodigestión:

$$V''_d = (0,5)10^{-3} (P t_d)$$

donde: “P” es la población por atender; “t_d” es el tiempo de retención requerido para la biodigestión de la materia orgánica, por calcular con la siguiente expresión: $(t_d = 28 (1,035)^{35-T})$, en función de la temperatura en grados Celsius estimada del agua por tratar.

- c) Volumen para el almacenamiento de lodos digeridos:

$$V_a = 10^{-3} r P(n - (t_d / 365))$$

donde: “r” es un factor que caracteriza las aguas y en consecuencia los lodos que se producirán [esto es: cuando se llevan al tanque séptico solo las aguas de inodoros: $r = 30 \text{ lt}/(\text{pers-año})$; o cuando se envían todos los desechos líquidos de una vivienda, $r = 40 \text{ lt}/(\text{pers-año})$]; “P” es la población por atender; “n” es el período entre limpiezas o remoción de lodos que se desea definir en años; “t_d” es el tiempo de retención requerido para la biodigestión de la materia orgánica, por calcular con la misma fórmula anterior y en función de la temperatura en grados Celsius estimada del agua por tratar.

- d) Volumen total de líquido en este tanque:

$$V_{tl} = V_s + V_d + V_a \text{ (m}^3\text{)}$$

Operación y mantenimiento de un tanque séptico

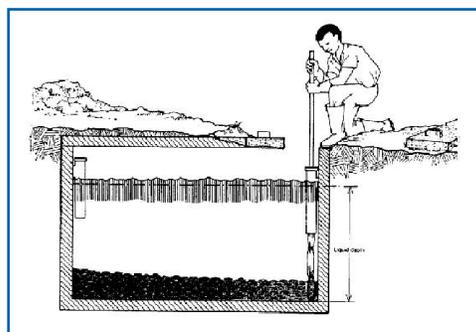
- a) Debe realizarse mantenimiento preventivo mediante la inspección periódica de los tanques. Esta actividad debe ejecutarse por lo menos una vez al año.
- b) Verificación del nivel de los lodos en el fondo: esto se hará a través de los

Capacidad requerida

$$-- q = 162 l/(p-d) --$$

VOLÚMENES	m ³ según CANTIDAD PERSONAS					
	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
<i>sedimentación</i>	0,810	0,972	1,134	1,296	1,458	1,620
<i>digestión</i>	0,109	0,131	0,153	0,175	0,197	0,219
<i>almacenamiento, n = 2 años</i>	0,376	0,451	0,526	0,602	0,677	0,752
<i>total</i>	1,295	1,554	1,813	2,073	2,332	2,591

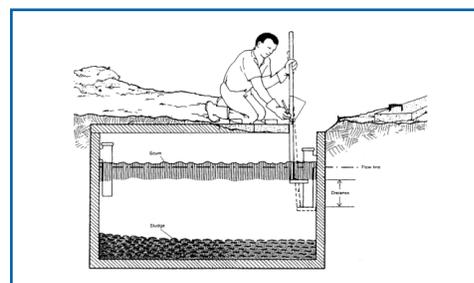
registros (T's) a la entrada y salida del tanque. Por ahí, para evitar la contaminación con las grasas, es posible medir la cantidad de lodos acumulados en el fondo del tanque: introduciendo por las T instaladas, una vara con un pedazo de tela o mechas amarradas en toda la parte por sumergir. De esta manera, por impregnación es posible registrar y medir la cantidad de lodos acumulados en el fondo del tanque.



Como parte de las labores de operación y mantenimiento en un tanque séptico es muy importante conocer el nivel en el que se encuentran los lodos. Esto se hace a través de la T de salida.

- c) Verificación del espesor de la capa de natas flotando: en forma semejante, con la ayuda de un instrumento como una pieza de madera con un final en “L” y por medio de los registros o entradas superiores, se puede

inspeccionar el espesor de la capa de natas. Se mide la profundidad a la que se encuentra la boca inferior de la T de salida y la profundidad de la parte inferior de las natas.

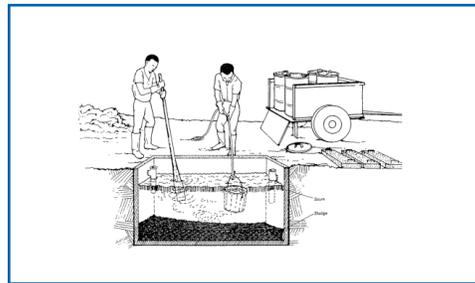


Otra labor requerida por el proceso de operación y mantenimiento, es saber hasta dónde llega el fondo de las natas. Estas deben estar cuando menos 5 cm sobre el nivel de la boca inferior del tubo que prolonga la T de evacuación.

- d) Ambas verificaciones de niveles se comparan con la posición de la boca de salida de aguas en el “niple” inferior de la T de salida. La cercanía de las natas o espacio libre entre el fondo de ellas y la salida de aguas, no debe ser menor a 5 cm, y la cercanía, con esa salida, de la parte superior del acumulado de los lodos no debe ser menor a 20 cm.
- e) Debe hacerse la limpieza de los tanques al final del período de diseño

("n = número de años previsto para el almacenamiento") o como consecuencia a una inspección previa que indique la necesidad de llevar a cabo tal función anticipadamente. Esto es cuando las natas o los lodos están muy cerca de la boca de la T de salida y se esté corriendo el riesgo de que lodos o natas se vayan hacia los drenajes.

- f) Deben realizarse las limpiezas, preferiblemente en el período seco o no lluvioso de la región donde uno se encuentre. Esta condición de clima es conveniente porque al ubicar los lodos en otras unidades de tratamiento para su homogeneización de calidad o estabilización, una de ellas se utiliza con el propósito de eliminar el agua que contienen y la época seca es más favorable.
- g) Al extraerse los lodos de un tanque, se sacan lodos "viejos" de los primeros días de funcionamiento, los cuales ya se estabilizaron, y lodos "frescos" de reciente deposición, siendo esta la razón básica (degradación no uniforme



Lo correcto al limpiar un tanque séptico es, primero extraer la capa de natas y luego revolver todo el contenido. El propósito es mezclar el material "fresco" con el material ya procesado, para que al dejar "una semilla" o cantidad remanente en el tanque, se cuente con bacterias adaptadas a ese proceso de tratamiento.

del material extraído) para que se realicen otros pasos de tratamiento.

- h) Deben extraerse los lodos o sólidos depositados en el fondo del tanque y las natas que flotan. Para las labores de limpieza se utilizará la apertura mayor ubicada en la tapa superior de los tanques. El primer paso por realizar es mezclar el contenido del tanque para revolver su contenido y poder luego extraer material "viejo" y material "fresco" simultáneamente.
- i) Al hacer este trabajo, en el caso de no contar con equipo de bombeo apropiado, se podrán extraer los lodos y líquidos con baldes que se van depositando en recipientes mayores, con tapa (pueden ser estañones u otros similares).
- j) De un tanque, se debe extraer solamente el 80% de su contenido, dejando dentro de él un volumen equivalente al 20% del total, este material se deja como "semilla" de bacterias activas, para que el funcionamiento del sistema de tratamiento continúe, con material biológico apropiadamente adaptado.
- k) Los lodos y líquidos extraídos requieren de tratamiento. El proceso básico recomendado es la descarga de ese material en un sistema de tratamiento de desechos líquidos de una planta municipal, que de no existir, el proceso requerido debe ser sustituido por otras etapas alternas de tratamiento como lo es un paso más de biodegradación y la eliminación de agua.

Referencia

Rosales Escalante, Elías. Tanques sépticos. Conceptos teórico base y aplicaciones. Febrero 2003. CIVCO-ITCR.