



Folleto informativo de sistemas descentralizados

Sistemas de tanque séptico para aplicaciones de alto caudal

DESCRIPCIÓN

Un sistema de tanque séptico es una tecnología tradicional de tratamiento de aguas residuales que utiliza el tratamiento en un sistema de tanque, seguido por la absorción al suelo. Este es un sistema de flujo por gravedad que ha sido utilizado en áreas residenciales por décadas. Una modificación al sistema tradicional es su ampliación para acomodar diversas descargas de aguas residuales domésticas y/o comerciales. Esto se logra al operar tanques sépticos individuales seguidos ya sea por un sistema comunitario de recolección y un sistema de disposición subsuperficial, o por un sistema comunitario de recolección seguido por un sistema individual de tratamiento. Los establecimientos comerciales, tales como restaurantes, asilos de ancianos, hospitales y otras áreas de uso público, normalmente no utilizan sistemas de tanques sépticos debido a los problemas asociados con los aceites y grasas, los olores y el flujo.

El dispositivo principal en el sistema de tratamiento es un tanque séptico encerrado en un envase hermético que recolecta el agua residual y le proporciona tratamiento primario mediante la separación de los sólidos presentes. El tanque remueve los sólidos al retener el agua residual y permitir la sedimentación de los sólidos en el fondo del tanque, mientras que los sólidos flotantes (aceites y grasas) suben a la superficie. En sistemas comerciales grandes, un sistema individual separado de remoción de

aceites y grasas se aplica a los residuos comerciales antes de que estos sean introducidos al tanque séptico. El tanque debe tener un tiempo mínimo de retención de 24 horas para tener el tiempo suficiente para la sedimentación de los sólidos.

Algunos sólidos son removidos del agua y quedan almacenados en el tanque mientras que otros son digeridos. Una cantidad no mayor al 50 por ciento de los sólidos retenidos en el tanque se descompone, mientras que la cantidad restante se acumula en el fondo del tanque en forma de lodos que deben ser removidos periódicamente mediante el bombeo.

Tres tipos principales de tanques sépticos se utilizan para el tratamiento de aguas residuales:

- De concreto.
- De fibra de vidrio.
- De polietileno/plástico.

Todos los tanques deben ser herméticos porque el agua subterránea que ingresa al sistema puede saturar el campo de absorción al suelo, produciendo fallas en el sistema.

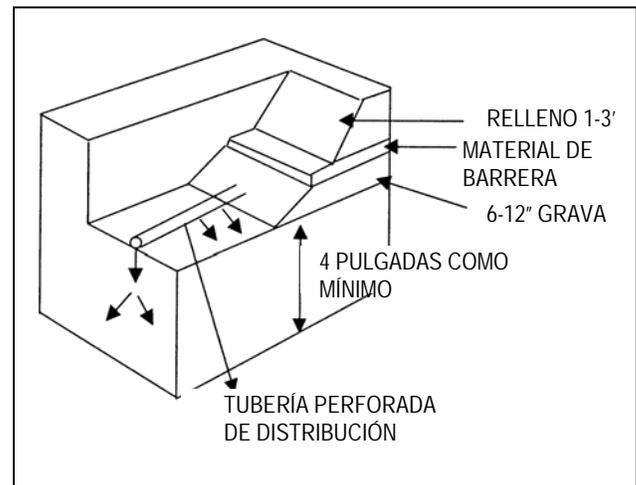
Además, en los casos en donde los tanques sépticos preceden al proceso de tratamiento secundario, el exceso de agua subterránea puede inundar el proceso aguas abajo, causando su mal funcionamiento.

Desde el tanque séptico, el agua residual clarificada pasa a través del dispositivo de descarga del tanque e ingresa al campo de absorción al suelo. El dispositivo de descarga más común es un acople en "T" conectado a la tubería que conduce al campo de absorción al suelo. La parte superior del acople retiene los sólidos flotantes (nata, aceites, y grasas) que pudieran obstruir el campo de absorción. Un filtro de efluente puede instalarse en la descarga para la filtración adicional del agua residual. El filtro del efluente remueve sólidos adicionales, evitando que éstos obstruyan el campo de absorción y causen fallas prematuras. Los filtros del efluente se deben limpiar regularmente.

Campo de absorción al suelo

El campo de absorción al suelo proporciona el tratamiento y la distribución final del agua residual. Un sistema convencional consta de tuberías perforadas rodeadas por medios tales como la grava, fragmentos de neumáticos u otros materiales, cubiertos con membrana geotéxtil y un suelo mixto de arena y greda con un alto contenido orgánico. Este sistema depende en gran parte del suelo para el tratamiento del agua residual ya que los microorganismos ayudan a remover la materia orgánica, los sólidos y los nutrientes del agua. Debido a que el efluente fluye continuamente dentro del suelo, los microbios que consumen los componentes del agua residual forman una capa biológica. La capa retarda el movimiento del agua a través del suelo, ayudando a que el

área subyacente se mantenga sin saturación. El agua debe moverse dentro del suelo no saturado de modo que los microbios presentes en el agua, así como en la capa biológica, puedan alimentarse de los residuos y los nutrientes del efluente. La hierba que cubre el sistema de absorción al suelo también utiliza los alimentos y el agua para el crecimiento.



Fuente: Robillard and Martin, 2000

FIGURA 1 SECCIÓN DEL SISTEMA DE ABSORCIÓN AL SUELO

Tratamiento

Utilizada adecuadamente, la combinación del tanque séptico y el sistema de absorción al suelo tiene un buen desempeño, reduciendo los niveles de dos parámetros utilizados comúnmente para medir la contaminación: (1) la demanda bioquímica de oxígeno, la cual es reducida en más del 65 por ciento; y (2) los sólidos suspendidos totales, los cuales son reducidos en más del 70 por ciento. El aceite y las grasas son reducidos típicamente del 70 al 80 por ciento (EPA 1980).

El utilizar un tanque séptico para pretratar el agua residual de las fuentes comerciales también hace que otros sistemas de tratamiento

secundarios sean más efectivos. El efluente del tanque séptico es de poca variabilidad, es fácil de transportar, y puede ser tratado fácilmente mediante procesos aerobios (con oxígeno) o anaerobios (sin oxígeno).

Modificaciones comunes

Los tanques sépticos para sistemas de alto caudal pueden ser seguidos por sistemas tradicionales de absorción al suelo o por una de varias tecnologías alternas tales como los humedales construídos o los filtros lentos de arena. Las tuberías de presión y las de flujo por gravedad de pequeño diámetro también pueden utilizarse como sistemas de recolección para la conducción del efluente a las instalaciones centrales de tratamiento. Estos sistemas se describen en otros folletos (véase la sección de Referencias). Este folleto informativo se centra en el sistema tradicional de tanque sépticos para uso en las fuentes de residuos comerciales y en fuentes múltiples y que utilizan la infiltración subsuperficial para disposición del agua residual.

Infiltración al subsuelo

Los sistemas de infiltración subsuperficial de aguas residuales (SISAR, *subsurface wastewater infiltration systems*) son sistemas de aplicación al subsuelo comúnmente usados en viviendas individuales, establecimientos comerciales, lotes de casas móviles y terrenos para acampar en áreas que no cuentan con servicio de alcantarillado (EPA, 1992). Las superficies de infiltración al suelo están expuestas dentro de una excavación que

generalmente se llena con un medio poroso. El medio mantiene la estructura de la excavación, permite el flujo libre del agua residual pretratada a las superficies de infiltración, y permite el almacenamiento del agua residual durante las épocas de mayor caudal. El agua residual ingresa al suelo, en donde recibe tratamiento por medio de la infiltración, la adsorción, y las reacciones biológicas que consumen o transforman los diversos contaminantes. En última instancia, el agua residual tratada en el SISAR se combina con el agua subterránea local y fluye con la misma.

Se han desarrollado diversos diseños de SISAR que tienen en cuenta el emplazamiento y las diversas condiciones del terreno. Los diseños se diferencian principalmente en el punto en el cual se ubica la superficie de filtro. La superficie se puede estar expuesta debajo del perfil natural del suelo (tecnología convencional o tecnologías alternativas), o sobre la superficie del suelo natural (sistemas sobre el terreno o de montículo) (véase los folletos informativos relacionados). La elevación de la superficie del filtro es importante para proporcionar una profundidad adecuada de suelo no saturado entre la superficie de filtro y la condición límite (por ejemplo, el nivel del lecho de roca o del agua subterránea) para el tratamiento del agua residual aplicada.

La geometría de la superficie del filtro puede variar con respecto a su forma; las superficies de filtro alargadas y estrechas (de zanja) son preferibles. Las superficies de filtro anchas (lechos) y las profundas (hoyos y zanjas profundas) no tienen tan buen funcionamiento, aún cuando requieren de un área menor.

Los sistemas de infiltración subsuperficial pueden lograr un alto nivel de tratamiento para la mayoría de los contaminantes del agua residual doméstica. En terrenos de condiciones apropiadas, esos sistemas tienen la capacidad de remover casi el total de los compuestos orgánicos biodegradables, los sólidos en

suspensión, el fósforo, los metales pesados, y los virus e indicadores fecales.

El destino final de los compuestos orgánicos y metales tóxicos no está bien documentado, pero una cantidad limitada de estudios sugieren que muchos de estos componentes permanecen dentro o cerca del sistema. El nitrógeno es el parámetro más significativo del agua residual que no es removido fácilmente en el suelo. Concentraciones de nitrato que sobrepasan el estándar establecido para el agua potable de 10 mg N/L son encontradas comúnmente en el agua subterránea subyacente al SISAR (EPA 1992); sin embargo, estas concentraciones disminuyen con la distancia aguas abajo del SISAR.

APLICABILIDAD

Instalaciones comunitarias

Los tanques sépticos son generalmente el primer componente de sistemas en el punto de generación de desechos y son la opción más empleada de estos sistemas para el tratamiento de aguas residuales en los Estados Unidos. En la actualidad, cerca del 25 por ciento de las nuevas viviendas en los Estados Unidos utilizan tanques sépticos para tratamiento del agua residual doméstica antes de su disposición.

Los tanques sépticos utilizados en las viviendas individuales se adquieren generalmente como artículos de compra directa en establecimientos comerciales, lo cual significa que los tanques ya están disponibles para su instalación con base en un caudal estándar. Las características del agua residual utilizadas para el diseño de los tanques sépticos son, en lo general, aquellas correspondientes a una vivienda típica.

Establecimientos comerciales

Para muchos establecimientos comerciales, las fuentes generadoras de agua residual son bastante similares a las fuentes presentes en una vivienda residencial. Para otros establecimientos, sin embargo, las características del agua residual pueden ser considerablemente diferentes a aquellas correspondientes al agua residual típica de viviendas.

Para los establecimientos comerciales puede ser una ventaja el uso de un sistema centralizado si el caudal y la capacidad son suficientes, y si se dispone de un pretratamiento adecuado. El agua residual debe ser pretratada antes de su descarga al sistema de absorción al suelo. Cuando un sistema de absorción al suelo es utilizado para el tratamiento y la disposición, el pretratamiento generalmente se hace por medio de un tanque séptico ubicado en el punto de generación de los residuos. En áreas en donde las condiciones del suelo y del agua subterránea son favorables para la disposición del agua residual, y los costos del terreno son reducidos, un sistema comunitario de absorción al suelo es generalmente la opción más económica para el tratamiento y la disposición de agua residual con un caudal menor a 35,000 galones por día. La aplicación cuidadosa del efluente al sistema de absorción al suelo asegura la aplicación uniforme del efluente sobre la superficie de infiltración. Las tuberías deben contar con puntos de acceso para hacer la limpieza con chorros de agua. Se deben instalar monitores de acumulación de agua en áreas en donde se ubiquen zanjas para permitir la observación del nivel líquido en las mismas.

Infiltración al subsuelo

En algunos casos, se prefiere el uso de sistemas de absorción enterrados. Estos sistemas enterrados, conocidos como sistemas de infiltración subsuperficial de aguas residuales (SISAR) son ventajosos porque el terreno sobre los mismos puede utilizarse como áreas verdes o parques, y porque ellos proporcionan recarga del agua subterránea. Los sistemas de infiltración subsuperficial están bien adaptados para el tratamiento de caudales pequeños de agua residual. Los sistemas SISAR pequeños, comúnmente denominados *sistemas de tanque séptico*, son tradicionalmente utilizados para viviendas individuales, establecimientos comerciales, lotes de casas móviles y áreas para acampar en áreas que no cuentan con servicio de alcantarillado. Desde finales de la década de 1970, los SISAR han sido utilizados cada vez más para uso en grupos de viviendas y en comunidades pequeñas en las cuales el caudal es menor a 25,000 galones por día (gpd). Estos sistemas son una tecnología comprobada, pero requieren de condiciones específicas del terreno para que puedan funcionar con éxito. Los SISAR se prefieren con frecuencia a las instalaciones de tratamiento mecánico en el punto de generación de residuos debido a que su funcionamiento es consistente, y tienen pocos requerimientos de operación y de mantenimiento, un menor costo del ciclo útil de vida, y un menor impacto visual en la comunidad.

CRITERIOS DE DISEÑO

Pretratamiento del agua residual proveniente de sistemas comerciales de tanque séptico

El problema operacional más serio de los sistemas comerciales de tanques sépticos ha sido el arrastre de sólidos, aceites y grasas a la etapa siguiente debido al mal diseño y a la falta de un mantenimiento adecuado. El arrastre del material suspendido a la siguiente etapa es más serio cuando se utiliza un campo de infiltración para disposición del efluente del tanque séptico sin que se cuente con un tratamiento adicional. Debido a que se reconoce que el mal mantenimiento de los tanques sépticos es común, algunas agencias reguladoras requieren la adición de una unidad séptica grande o de otra unidad de separación de sólidos antes que el efluente recolectado por el tanque séptico pueda ser descargado a los campos de disposición subsuperficial. La utilización de interceptores o trampas de aceites y grasas reduce significativamente la descarga de los sólidos suspendidos totales, y de aceites y grasas. La presencia de aceites y grasas en los efluentes de los tanques sépticos de los restaurantes ha sido causante de fallas en los procesos de tratamiento aguas abajo, tales como los filtros de arena intermitentes y los filtros de recirculación. Teniendo en consideración estos problemas, se recomienda el uso de pretratamiento.

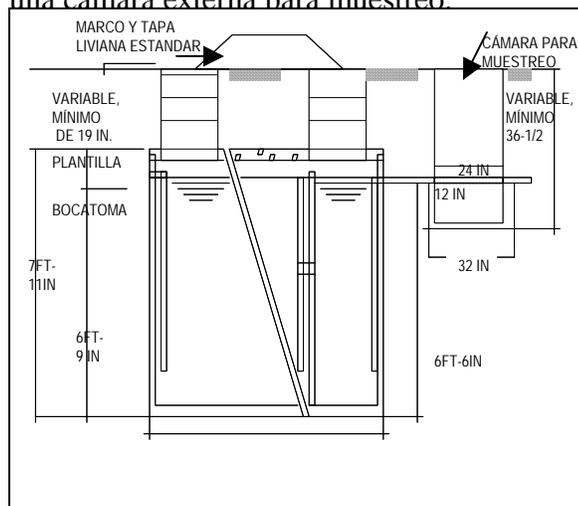
El pretratamiento en los sistemas centralizados de tratamiento requiere de tamizado grueso, triturado, remoción de arena, remoción de aceites y grasas, regulación del caudal, y remoción de sólidos suspendidos totales.

Pretratamiento para la remoción de aceites y grasas

Las aguas residuales provenientes de los restaurantes, lavanderías públicas, y otros establecimientos comerciales pueden contener cantidades significativas de aceites y grasas, las cuales pueden ser descargadas al sistema de absorción al suelo cuando éstas ingresan a un

tanque séptico. Los aceites y grasas tienden a acumularse en la superficie del sistema de absorción al suelo, reduciendo la capacidad de infiltración. Los aceites y grasas son especialmente desagradables debido a su persistencia y la tasa baja de biodegradación. Para evitar problemas en los sistemas descentralizados de tratamiento y disposición de aguas residuales, la concentración de aceite y grasa en el efluente debe ser reducida a menos de 30 mg/L antes de ser introducidas al sistema de absorción al suelo (Crites and Tchobanoglous 1998).

Los problemas asociados con la remoción de aceites y grasas se hacen más complejos con el aumento de los diversos tipos de aceites y grasas de cocina disponibles. El problema se complica aún más debido a que muchos de estos aceites son solubles a temperaturas relativamente bajas, haciendo que su remoción sea más difícil. Generalmente, se utilizan tanques de desnatación o trampas de grasa para interceptar las grasas y aceites. La Figura 2 muestra un diagrama de una trampa de aceites y grasas con una cámara externa para muestreo.



Nota: 1 in (pulgada) = 2.54 cm, 1 ft. (pie) = 0.3 m

Fuente: Crites and Tchobanoglous, 1998

FIGURA 2 DIAGRAMA DE UNA TRAMPA DE ACEITES Y GRASAS CON CÁMARA EXTERNA DE MUESTREO

Diversas trampas de aceites y grasas están disponibles en forma comercial. La mayoría de las unidades comerciales están diseñadas con base en el caudal promedio y no con base en el caudal alto observado en mediciones de campo en restaurantes y lavanderías. Se ha demostrado también que la utilización de los tanques sépticos convencionales como tanques de intercepción es eficaz para remover los aceites y grasas. Dependiendo de la configuración del tanque, puede ser necesaria la modificación de las tuberías cuando se usan tanques sépticos para atrapar las grasas. Generalmente, la entrada está ubicada debajo de la superficie del agua mientras que la salida está ubicada más cerca del fondo del tanque. El mayor volumen proporcionado por el tanque séptico ayuda a que se logre la máxima separación posible de los aceites y los residuos grasosos. En los restaurantes, la utilización de una serie de tres tanques de intercepción es eficaz para separar los aceites y las grasas. La alta concentración de estos compuestos que está asociada con las descargas de restaurantes hace que la utilización de los tres tanques en serie sea necesaria para reducir esa concentración a niveles aceptables.

Los volúmenes de los tanques de intercepción de grasas varían generalmente de una a tres veces el caudal promedio diario. Por ejemplo, si un restaurante atiende a 100 clientes por día y el caudal promedio por cliente es de 38 litros diarios (10 galones/día/cliente), el tamaño del tanque de intercepción de grasas debe ser entre 3,800 y 11,400 litros (1,000 y 3,000 galones). Dependiendo de las actividades en una determinada instalación, el lodo y la nata acumulados, debe ser removidos cada tres a seis meses (Crites and Tchobanoglous 1998).

Tanques sépticos

Un tanque séptico debe ser de tamaño y construcción apropiados y debe tener un diseño hermético y una estructura estable para funcionar correctamente.

- **Tamaño del tanque.** El tamaño requerido de un tanque séptico para un establecimiento comercial depende de los caudales anticipados de la instalación, conjuntamente con el caudal proveniente de las viviendas o de otras fuentes, si se trata de un sistema comunitario.
- **Construcción del tanque.** Un factor clave en el diseño del tanque séptico es la relación entre la extensión del área superficial, la capacidad de almacenar el agua residual, y la cantidad y velocidad de descarga del agua residual. Estos factores afectan la eficacia de los tanques y la capacidad de retención de lodos. La construcción del tanque debe también asegurar una estructura de cerrado hermético.

Un punto importante para el mantenimiento de un tanque séptico es el colocar tuberías verticales (*risers*) en las aberturas del tanque. Si se entierra un tanque séptico debajo de la superficie del suelo, la tubería vertical debe ser utilizada en las aberturas para ubicar la tapa en la superficie del terreno. Estas tuberías verticales facilitan la ubicación y el mantenimiento del tanque.

El efluente del tanque séptico puede ser aplicado al campo de absorción al suelo mediante un flujo intermitente por gravedad, o por medio de una bomba o de un sifón dosificador. La aplicación periódica utilizando un sifón dosificador mantiene un ambiente aerobio en el campo de disposición, permitiendo que el tratamiento biológico del efluente ocurra de una manera más rápida. Los sifones

dosificadores son preferibles especialmente en los campos compuestos por suelos altamente permeables debido a que ayudan a mantener las condiciones no saturadas de flujo que son necesarias para lograr un eficaz tratamiento biológico del efluente.

Infiltración al subsuelo

Las consideraciones importantes para el diseño de los sistemas subsuperficiales de infiltración incluyen:

- **Textura del suelo.** Existen tres tamaños de partículas del suelo: arena, limo y arcilla. La textura refleja el porcentaje relativo de cada una de estas partículas del suelo en un terreno en particular. La textura del suelo afecta la tasa de infiltración del agua residual a través del suelo (denominada conductividad hidráulica). Estos factores determinan el tamaño del campo de absorción necesario. La arena permite el transporte del agua de manera más rápida que el limo, en el cual a su vez es más rápido que en la arcilla.
- **Carga hidráulica.** Esta es la cantidad de efluente aplicada por pie cuadrado de superficie de la zanja o el campo, un factor importante en el diseño del tanque séptico. Debido a que el agua se filtra a través de suelos arcillosos de manera más lenta que a través de los arenosos o limosos, la tasa de carga hidráulica es menor para los suelos arcillosos que para los limosos, y menor para estos que para los arenosos. Debido a que los suelos arcillosos tienen una conductividad muy baja, estos pueden apelmazarse y compactarse fácilmente

durante la construcción, reduciendo su infiltración a la mitad de la tasa prevista.

Selección del emplazamiento

Se deben considerar dos factores fundamentales de diseño para la selección del lugar en donde se producirán las actividades de tratamiento y renovación del agua residual. Estos son la capacidad del suelo para asimilar la carga hidráulica deseada, y la capacidad del suelo para asimilar la carga contaminante de proceso. La carga de proceso consiste de la materia orgánica, los nutrientes y otros sólidos que están presentes en el agua residual. La capacidad hidráulica asimilativa de un terreno frecuentemente está determinada por la textura del material del suelo. Áreas con suelos arenosos generalmente reciben cargas hidráulicas altas, mientras que las áreas con suelos de arcilla fina tienen una baja capacidad hidráulica asimilativa. Con frecuencia, este método, basado en la carga hidráulica da como resultado cargas excesivas de los componentes del proceso en zonas arenosas.

Los suelos arenosos generalmente presentan una permeabilidad rápida. Esto sugiere que estos suelos se drenan y reairean rápidamente. Estas características permiten una carga moderadamente alta de compuestos orgánicos en estos suelos, pero a su vez limitan la posibilidad que estos suelos atenúen contaminantes solubles tales como el nitrógeno y el fósforo. Los suelos de textura fina - aquellos que contienen arcillas - tienen un alto potencial para atenuar contaminantes solubles, pero tienen una capacidad limitada para la conducción de los líquidos; por lo tanto, las cargas hidráulicas aplicadas a estos suelos deben ser muy moderadas. Ningún tipo de suelo proporciona las características óptimas para asimilar todos los componentes aplicados, y el

reto para el profesional encargado del manejo en el sitio del agua residual es el lograr un balance entre las cargas aplicadas y la capacidad asimilativa total del área receptora que se va a diseñar. Se deben utilizar los objetivos del tratamiento para optimizar el diseño del sistema.

Cuando se designan grandes volúmenes de agua residual para su aplicación sobre el terreno, puede ser necesaria la realización de un análisis del apilamiento del agua subterránea (*mounding*). Este análisis es necesario para asegurar que la distancia de separación entre el fondo de la zanja y el nivel freático sea adecuada para lograr el tratamiento necesario. Los sistemas grandes deben ser diseñados de modo que la dimensión más larga de la zanja se ajuste al contorno del terreno, y la dimensión más corta sea transversal a dicho contorno. Esto generalmente da como resultado el diseño de sistemas con gradientes hidráulicos que facilitan el tratamiento.

Las condiciones del suelo y el terreno en las que el agua residual va a ser tratada variarán de una localidad a otra. Las áreas seleccionadas como receptoras del agua residual deben mostrar características que faciliten el tratamiento y la renovación del agua residual. Las áreas en donde se producen las actividades de tratamiento y renovación del agua residual deben ser seleccionadas considerando los criterios aceptables establecidos por las agencias reguladoras locales.

Las tasas de aplicación sobre el fondo de la zanja varían desde 0.2 a 1.2 galones por día/pie² dependiendo de las condiciones del suelo. La Tabla 1 contiene las tasas sugeridas para la aplicación del agua residual en las zanjas y en el fondo de los lechos.

TABLA 1 TASAS SUGERIDAS PARA LA APLICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Textura del suelo	Factor de infiltración (min/pulgada / min por cm)	Tasa de aplicación (gpd/pie² / Lpd/m²)
Grava, arena gruesa	<1 / <0.4	No adecuado
Arena gruesa a mediana	1-5 / 0.4-2.0	1.2 / 0.049
Arena fina a arena gredosa	6-15 / 2.4-5.9	0.8 / 0.033
Greda arenosa a greda	16-30 / 6.3-11.8	0.6 / 0.024
Greda, limo poroso	31-60 / 12.2 - 23.6	0.45 / 0.018
Greda limosa con arcilla, greda arcillosa	61-120 / 24.0-47.2	0.2 / 0.008
Arcilla, arcilla coloidal	>120 / >47.2	No adecuado

Notas: 1- min/pulgada * 0.4 = min/cm
1- gpd/pie² * 40.8 = Lpd/cm²

Fuente: Crites & Tchobanoglous, 1998

Carga hidráulica

La tasa de diseño de la carga hidráulica está determinada por las características del suelo, el potencial de apilamiento del agua subterránea, y la calidad del agua residual aplicada. La obstrucción de la superficie de infiltración se debe a cargas prolongadas de agua residual que reducen la capacidad del suelo para recibir el

agua residual. Sin embargo, si se controla la carga, la actividad biológica en la superficie de infiltración mantiene la acumulación de residuos en un equilibrio relativo de modo tal que se puedan sostener tasas de infiltración razonables.

La selección de la tasa de diseño para la carga hidráulica debe considerar factores de diseño para el suelo y para el sistema. Normalmente, las tasas de diseño para los SISAR grandes se basan en análisis detallados del suelo y la experiencia previa, más que en las tasas medidas de conducción hidráulica.

Pretratamiento del agua residual

Como mínimo, es necesario que se realice el tratamiento del agua residual en un tanque séptico antes de la aplicación de la misma a un SISAR. La Figura 3 muestra el diagrama de un sistema doble de absorción del suelo. Los niveles más altos del tratamiento, tales como los alcanzados por una unidad de tratamiento aerobia, pueden reducir el tamaño o prolongar la vida del SISAR, pero esto se debe sopesar con relación al incremento del costo de las actividades de pretratamiento y a los posibles daños por el mantenimiento inadecuado del sistema.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Ventajas

Los sistemas de infiltración subsuperficiales están perfectamente adaptados para el tratamiento descentralizado del agua residual

porque son subterráneos. A menudo estos son la única metodología disponible para el tratamiento del agua residual proveniente de viviendas y establecimientos comerciales rurales. Algunas comunidades eligen sistemas subterráneos de infiltración para evitar el alto costo que representa la construcción de un alcantarillado. En donde los lotes individuales no son adecuados para su uso, se pueden utilizar emplazamientos alejados para agrupar las viviendas en un SISAR individual, limitando la necesidad de alcantarillas. Como alternativa, el agua residual de comunidades enteras puede ser tratada por medio de un SISAR. Debido a que el sistema es subterráneo, el terreno superficial puede ser utilizado como áreas verdes o parques. Además, los SISAR permiten la recarga del agua subterránea.

Desventajas

La utilización de los SISAR está limitada por las condiciones del terreno y el suelo. Debido a que la superficie de infiltración es subterránea, esta sólo puede manejarse sacándola de servicio cada 6 a 12 meses para darle un periodo de “descanso”, lo cual requiere la construcción de celdas de reserva con ciclos de carga alternados. Por lo tanto, el uso de sistemas grandes de SISAR generalmente está limitado a los suelos arenosos bien drenados que reduzcan los requerimientos de terreno. Debido a que el nitrógeno no es removido eficientemente por el SISAR, es necesario la realización del pretratamiento para prevenir la contaminación por nitratos del agua subterránea a concentraciones que sobrepasen los estándares del agua potable.

Los caudales provenientes de los establecimientos comerciales que sean mayores a los de diseño del sistema pueden abrumar el

SISAR y producir condiciones de derrame y olores desagradables.

DESEMPEÑO

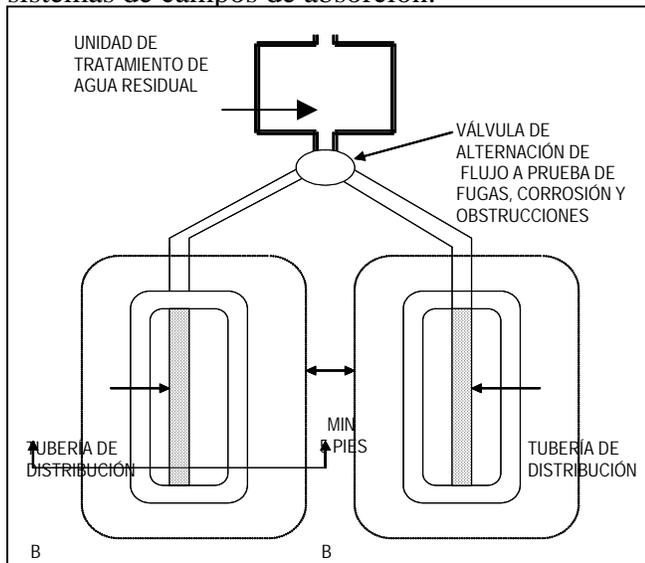
Se deben realizar correctamente las actividades de operación y mantenimiento de los tanques sépticos y otras unidades del pretratamiento para poder mantener un SISAR que dé un tratamiento efectivo al agua residual. Mientras se hace uso del tanque séptico, o de una unidad de tratamiento aerobia, el lodo se acumula en el fondo de la unidad del tratamiento. Cuando el nivel del lodo aumenta, el agua residual permanece por un menor tiempo en el tanque y los sólidos pueden ser arrastrados al campo de absorción. Los tanques sépticos correctamente dimensionados tienen generalmente espacio suficiente para la acumulación de lodos por un mínimo de tres años. Las unidades de tratamiento aerobio requieren de un manejo intensivo de los lodos.

La frecuencia de bombeo del tanque depende de:

- La capacidad.
- La cantidad de agua residual que fluye dentro del tanque (con relación al tamaño de la vivienda).
- La cantidad de los sólidos en el agua residual (por ejemplo, se generan más sólidos si se hace la eliminación de basuras por medio de los trituradores).

El campo de absorción del suelo no fallaría inmediatamente si no se hace el bombeo del tanque séptico, pero el tanque ya no protegería de los sólidos al campo de absorción. Si se descuida por mucho tiempo el mantenimiento del tanque, o de la unidad de tratamiento aerobio, puede ser necesario el reemplazo del campo de absorción.

Un ejemplo de deficiencias de tanques sépticos o el sistema del campo de absorción se presentó en Missouri. Diversos estudios estatales han demostrado que el 70 por ciento (150,000) de los sistemas no están funcionando correctamente, generando cerca de 60 millones de galones de aguas residuales no tratadas o semi-tratadas por día que llegan a las fuentes de suministro de agua subterránea (Schultheis and Hubble). De acuerdo con el mapa general de suelos de Missouri, del 60 al 99 por ciento de los municipios en la región de Ozarks tienen severas limitaciones para la utilización de los sistemas de campos de absorción.



Fuente: Barrett and Malina, 1991

FIGURA 3 PLANO DE UN SISTEMA DE ABSORCIÓN AL SUELO DE LECHO DOBLE

Se han llevado a cabo diversos estudios enfocados en evaluar las deficiencias de los sistemas de tanque séptico. La agencia *Lower Colorado River Authority* (LCRA) recibió fondos de la Comisión de Aguas de Texas (*Texas Water Commission*, TWC) para identificar grupos de localidades en las cuencas costeras de Lavaca y de Colorado en donde las instalaciones de tratamiento y disposición de aguas residuales pudieran estar presentando deficiencias operativas. La información de este estudio identificará áreas que puedan cualificar para recibir el financiamiento de proyectos de acuerdo a la Sección 319 del Acta de Aguas Limpias (*Clean Water Act*).

La TWC realizó un estudio para analizar si los tanques sépticos estaban contaminando al Lago Granbury en Hood County, Texas (TWRI, fascículo de la primavera de 1993). Debido a que se utilizaban diversos tanques sépticos cerca del lago, existía una preocupación adicional por la contaminación por coliformes fecales. Los análisis de muestras tomadas en las ensenadas a lo largo del lago demostraron que el 10 por ciento de las áreas analizadas tenían más de 200 unidades formativas de colonias por cada 100 mililitros, indicando que el lago tiene un alto nivel de contaminación por bacterias coliformes fecales.

Las normas referentes a la descarga, cada vez más rigurosas, han llevado a muchas comunidades al uso de medidas más eficaces para el tratamiento de residuos. Un ejemplo es Eagle Mountain Lake, cerca de la ciudad de Fort Worth, Texas, en donde el Distrito de Control de Aguas y Mejoras del Condado Tarrant (*Tarrant County Water Control and Improvement District*, WCID) está adoptando medidas aceleradas para mejorar la calidad del efluente de los 2,500 sistemas de aguas

residuales ubicados en Eagle Mountain Lake. Muchas de las viviendas en esta área son utilizadas sólo en fines de semana, por lo cual los tanques sépticos fueron diseñados para un uso limitado. La agencia WCID está diseñando un sistema que sea lo suficientemente grande para un uso de tiempo completo con el fin de mejorar la calidad del efluente.

En el sector norte de Texas, la Comisión de Conservación de Recursos Naturales de Texas (*Texas Natural Resource Conservation Commission*, TNRCC) ha utilizado tecnologías innovadoras para uso en el punto de generación de residuos con el fin de solucionar los problemas regionales de agua residual asociados con la falla de sistemas de tanques sépticos por el rápido crecimiento de la región. En la década de 1980, la ciudad de Umbarger instaló un tanque séptico de 44,000 galones y un campo de drenaje de 30,720 pies cuadrados para dar servicio a sus 325 residentes. Este sistema comunitario reemplazó la recolección de múltiples tanques sépticos pequeños distribuidos por toda la ciudad, muchos de los cuales habían experimentado deficiencias en el pasado.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Infiltración al subsuelo

Un SISAR bien diseñado sólo requiere de una atención limitada por parte del operador. Las funciones de manejo incluyen principalmente la documentación del estado del sistema, el análisis de la acumulación de los sólidos, la evaluación del funcionamiento de la bomba, el monitoreo del sistema de control, y la supervisión de las unidades de pretratamiento, los componentes mecánicos, y los niveles de acumulación del agua residual en el terreno

arriba de la superficie de infiltración. La intervención del operador puede ser necesaria si se observan cambios. El mantenimiento rutinario de los SISAR se limita generalmente a la alternación anual o semestral de las celdas de infiltración.

Otra tarea incluida dentro de las actividades de mantenimiento es la limpieza de la criba en la descarga de efluente del tanque séptico para evitar la obstrucción del sistema. Este filtro debe ser limpiado periódicamente removiéndolo de la descarga, y rociándolo con una manguera que dirija el flujo en dirección al tanque séptico.

Los campos de absorción al suelo deben ser protegidos de los sólidos y la lluvia. Si un tanque no es bombeado, los sólidos pueden ingresar al campo de absorción. La escorrentía que se recolecta en los techos o las superficies impermeables, tales como áreas de concreto, debe desviarse alrededor del campo de absorción para evitar que estos suelos se saturen con el agua de lluvia. Los campos saturados con escorrentía pluvial no pueden recibir el agua residual. El plantar hierbas de estaciones frías sobre el campo de absorción al suelo puede ayudar a remover el agua del suelo y mantener el sistema funcionando correctamente durante el invierno.

COSTOS

Infiltración al subsuelo

Los costos de inversión del terreno y la movilización de tierra son los más significativos. Cuando se utiliza el relleno para asentar la superficie infiltrativa primaria, el costo de transporte del material también llega a ser significativo. Otros costos incluyen el pretratamiento y la conducción del agua residual al lugar de tratamiento.

Otros factores que afectan los costos de los tanques sépticos incluyen las condiciones del subsuelo en el sitio, la localización y el acceso al lugar, y el tipo de tanque utilizado. El costo de los tanques, incluyendo la instalación, generalmente está dentro del rango entre \$1.00 y \$4.00 por galón. Las actividades de bombeo de los tanques sépticos varían en costo entre \$150 y \$200 por cada 2,000 galones. Si un tanque se bombea una vez cada tres años y medio, el costo del mantenimiento sería de \$50 por año, aproximadamente, y el costo de bombeo y transporte de \$175.

REFERENCIAS

Otros folletos informativos relacionados:

Sistemas de montículo
EPA 832-F-99-074
Septiembre de 1999
Colectores a presión
EPA 832-F-00-070
Septiembre de 2000

Tuberías de flujo por gravedad de diámetro pequeño

EPA 832-F-00-038
Septiembre de 2000

Otros folletos informativos de la EPA pueden ser obtenidos en el siguiente sitio de Internet:
<http://www.epa.gov/owmitnet/mtbfact.htm>

1. Barret, Michael E. and J. F. Malina, Jr., Sep. 1, 1991. *Technical Summary of Appropriate Technologies for Small Community Wastewater Treatment Systems*. The University of Texas at Austin.
2. Corbitt, Robert A. 1990. *Standard Handbook of Environmental Engineering*. McGraw-Hill, Inc. New York.
3. Community Environmental Services, Inc. *Septic Tank*. Fact Sheet. City of Austin, TX.
4. Crites, R. and G. Tchobanoglous. 1998. *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. WCB McGraw-Hill, Inc. Boston.
5. Robillard, Paul D. and Kelli S. Martin. *Septic Tank Soil Absorption Systems*. Agricultural and Biological Engineering Fact Sheet. Penn State, College of Agriculture. Site accessed 2000. <http://www.klinesservices.com/ps1.cfm>.
6. Schultheis, Robert A. and Gwen Hubble. *A Homeowner's Guide: Septic Tank/Absorption Field Systems*. Extension Service, U.S. Department of Agriculture, Project Number 90-EWQI-1-9241, publication WQ0401.
7. Texas On-Site Insights, Volume 2, Number 1: Spring 1993, *Measuring the Impact of Septic Tanks on Lake Granbury*. Texas Water Research Institute.
8. Texas On-Site Insights, Volume 2, Number 2: Summer 1993, *LCRA Receives Grant to Study On-Site Systems in Colorado, Lavaca Coastal Basins*. Texas Water Research Institute.
9. Texas On-Site Insights, Volume 4, Number 2: Spring 1995, *Managing On-Site*

Wastewater Programs at Eagle Mountain Lake. Texas Water Research Institute.

10. Texas On-Site Insights, Volume 6, Number 2: June 1997, *Texas Panhandle is Site of Many Innovative On-Site Systems.* Texas Water Research Institute.

11. U.S. Environmental Protection Agency. 1980. *Design Manual: Onsite Wastewater Treatment & Disposal Systems.* EPA Office of Water. EPA Office of Research & Development. Cincinnati. EPA 625/1-80/012.

INFORMACION ADICIONAL

Lower Colorado River Authority
Burt Carter
P.O. Box 220
Austin, TX 78767

Tarrant County WCID
David Jensen
10201 North Shore Drive
Fort Worth, TX 76135

Texas Natural Resource Conservation
Commission
Lezlie Cooper or Steve Green
3918 Canyon Drive
Amarillo, TX 79109

Texas Natural Resource Conservation
Commission
Wilson Snyder
6801 Sanger Avenue, Suite 2500
Waco, TX 76710

David Venhuizen, P.E.
5803 Gateshead Drive
Austin, TX 78745

La mención de marcas o de productos comerciales no significa que la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos apruebe o recomiende su uso.

Para mayor información, contactarse con:

Municipal Technology Branch
U.S. EPA
Mail Code 4204
1200 Pennsylvania Avenue, NW
Washington, D.C. 20460

