

Manual de Construcción: Humedales Construidos para el Tratamiento de Aguas negras

Karen Setty, Bren School of Environmental Science and Management,
University of California, Santa Barbara

Información General

¿Qué es un humedal construido?

Los humedales, o las áreas donde la vegetación se adapta a la inundación periódica, pueden ser construidos en ubicaciones donde no existen naturalmente; se utilizan en el manejo ambiental de aguas impuras. Los humedales construidos con flujo subterráneo (SSF) son recomendados para el tratamiento de aguas negras ya que se puede obtener un aumento en la eficiencia sobre humedales construidos con flujo en la superficie, además de estar lejos del contacto humano, tener disminución de olores desagradables, y disminución en la proliferación de mosquitos. (Hammer 1989). Estos sistemas consisten en una cama de grava plantada con vegetación, donde el agua fluye debajo de las superficies de grava, y la cual proporciona nutrientes a las plantas emergentes (Figura 1).

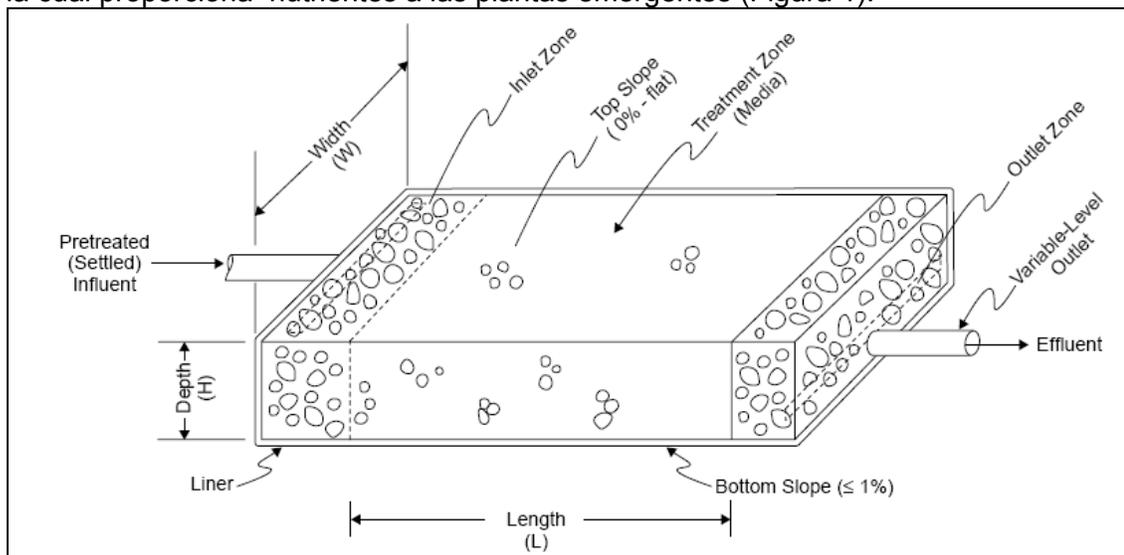


Figura 1. El diseño genérico para una célula de un humedal construido tipo SSF (US EPA 1999)

Normalmente, un humedal construido es precedido por una unidad que proporciona tratamiento primario de las aguas negras. El tratamiento primario para las aguas negras puede ser alcanzado por una variedad de tecnologías, aunque el más sencillo y más fácil de mantener es una poza de estabilización (Figura 2) (Crites et al. 2006; Hammer 1989). El efluente de la poza puede ser tratado para alcanzar una calidad más alta por el humedal construido, que quita contaminantes y bacterias. Los humedales construidos más pequeños (por ejemplo, el tamaño de un jardín pequeño) pueden ser utilizados para hogares individuales, mientras sistemas más grandes con varios canales pueden ser utilizados para el tratamiento municipal de agua (US EPA1999).

Los beneficios de esta tecnología incluyen: un diseño sencillo, bajos costos de operación y mantenimiento, y a veces un aumento en la fauna (Hammer 1989). Los

humedales construidos tipo SSF son considerados una tecnología "apropiada" cuando: los costos anuales totales están dentro de los recursos del usuario, la operación del sistema puede ser realizada con el trabajo localmente disponible, y el tratamiento alcanza los estándares de efluentes deseados de calidad (US EPA1999).

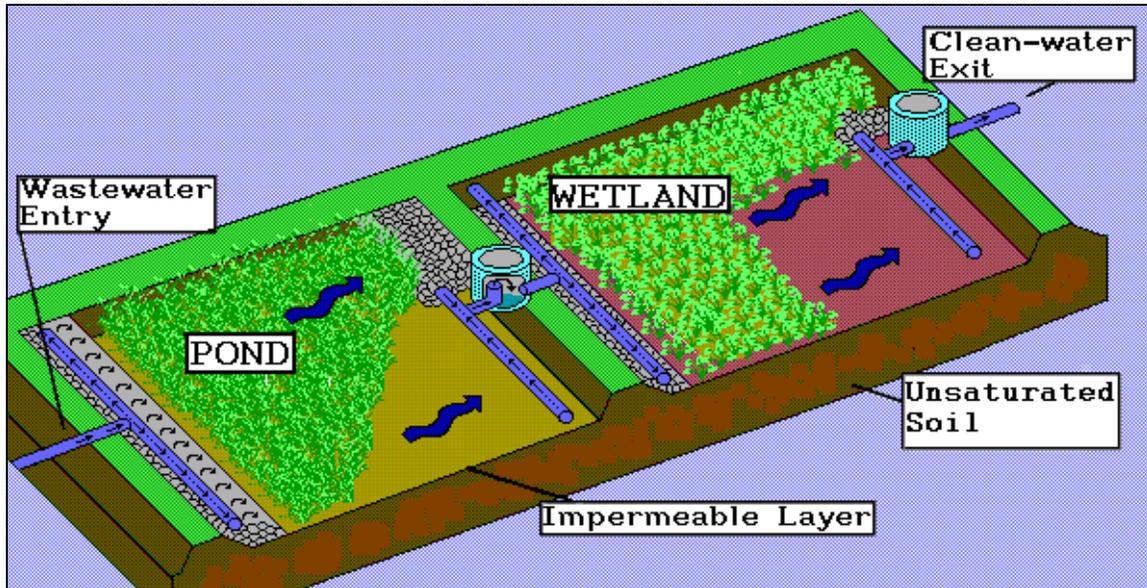


Figura 2. Una esquemática que muestra una poza de estabilización emparejada con un humedal construido

¿Cómo trabaja?

En la poza de estabilización, los sólidos son eliminados por procesos mecánicos naturales – los sólidos se depositan hasta el fondo. Una vez depositada, la materia orgánica es procesada por microbios y plantas, lo cual previene la acumulación de materiales en el fondo de la poza. Posteriormente, como el agua fluye por el sustrato de grava en el humedal, la eliminación de contaminante ocurre por procesos físicos (sedimentación y filtración), procesos químicos (la precipitación y adsorción), y procesos biológicos (metabolismo bacteriano) (US EPA1999).

¿Dónde puede ser utilizado?

El tratamiento del humedal puede ser aplicable en hogares u otros edificios que no estén conectados a una planta centralizada de tratamiento de aguas negras, y donde hay el espacio disponible. Un área más grande de terreno es necesaria para el tratamiento de humedal que para otras tecnologías. Los humedales tipo SSF pueden ser adaptados a muchos climas diferentes. La eficiencia del tratamiento tiende a disminuir con temperaturas más frías; la temperatura no afecta significativamente valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD) y los Sólidos Suspendidos Totales (TSS), ya que estos son afectados por mecanismos físicos (US EPA1999).

Construcción

Localización :

Una ubicación ideal debe tener un nivel o inclinación natural muy suave, sombra parcial, y estar cerca de la fuente de aguas negras (US EPA1999). Para la uniformidad del flujo, un cimiento firme es necesario. Los humedales construidos para tratar aguas negras no deben ser construidos en áreas donde haya suelos inundados. Esta precaución evita una alteración del flujo deseado y la consecuente contaminación del agua superficial y manto acuífero.

Para el aguas negras, un sistema de tratamiento primario debe estar puesto corriente arriba del humedal construido. Se puede utilizar un tanque séptico como tratamiento primario para tener la ventaja de mantener mucho del desecho fuera de vista, conteniendo los olores, y previniendo las condiciones insalubres (Figura 3) (Hammer 1989). Sin embargo, los tanques requieren materiales adicionales de construcción, mantenimiento y la problemas en la detección de posibles fallas. Un enfoque más sencillo es utilizar una poza de estabilización abierta, que es excavada y es recubierto exactamente como una célula de un humedal construido (Figura 4). Las pozas abiertas típicamente no producen los olores desagradables a menos que estas sean sobrecargadas o son estancadas; pueden crear un peligro para niños y deben ser rodeadas por una cerca para prevenir el acceso público. El mantenimiento adicional mínimo es requerido para cualquier tecnología. Aunque estos no sean el foco de este manual del diseño, más información en estas dos opciones primarias del tratamiento puede ser encontrada bajo la sección de la "Construcción" descrita a continuación:

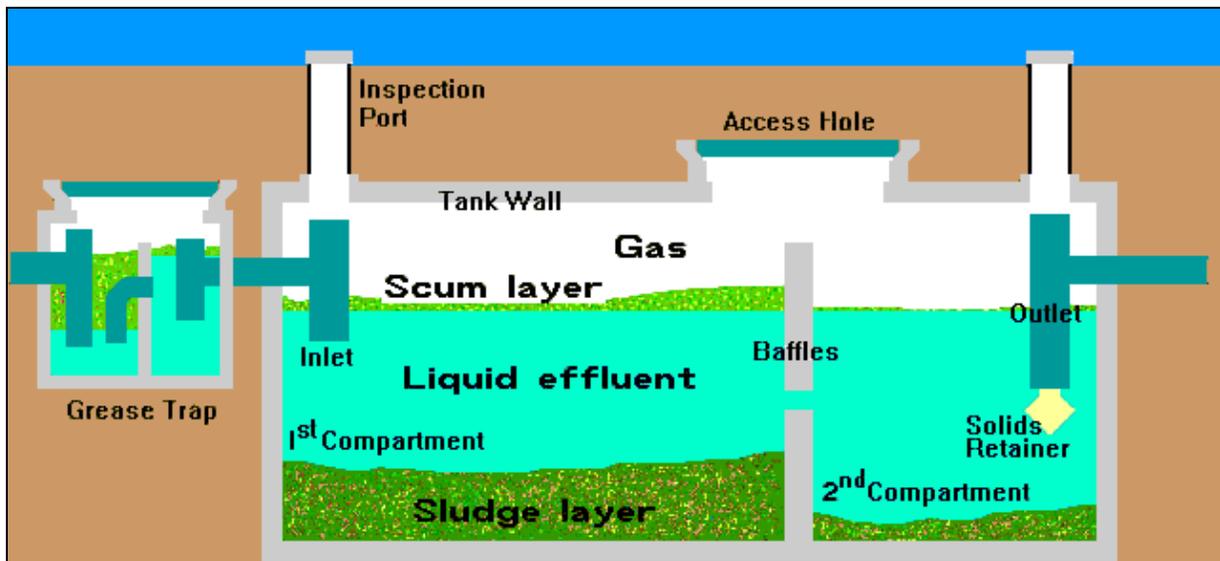


Figura 3. La disposición básica de un sistema séptico instalado debajo de la tierra: las aguas negras entran del lado izquierdo, y fluyen fuera al humedal construido vía el tubo en el lado derecho del esquema (Purdue 1999).



Figura 4. Una foto de una laguna utilizada para el procesamiento de aguas negras en un municipio pequeño (Purdue 1999)

Las materiales:

La vegetación – Los juncos, las cañas y las aneas son los tipos de vegetación más típicos, aunque otras juncias nativas y especies de humedales locales puedan ser utilizados también (Crites and Tchobanoglous 1998; Hammer 1989). Las plantas que crecen rápidamente, esparcen rápidamente y tienen sistemas extensos de raíz son muy deseables. Utilizando múltiples tipos de plantas nativas antes que una sola especie ayudará a evitar un a instancia donde todas las plantas mueren, desde que las variedades genéticas diferentes son resistentes a tipos diferentes de estrés (US EPA1999). Estética es otra consideración, ya que la eliminación de contaminante es semejante entre estos tipos diferentes de planta. Las plantas deben ser trasplantadas de un humedal natural cerca del sitio si es posible. En ausencia de humedales circundantes, las plantas pueden ser compradas también de viveros, colectados en la naturaleza, o crecidas en el sitio para un proyecto específico.

Un recubrimiento debe ser utilizado en humedales de tratamiento de aguas negras para prevenir la infiltración de agua contaminada en manto subterráneo (Hammer 1989). Los materiales del recubrimiento pueden ser de tierra o arcilla con una permeabilidad muy baja ($<10^{-6}$ cm/seg.), bentonita, asfalto, o plásticos sintéticos. El recubrimiento debe ser fuerte, grueso, y liso, y debe ser protegido de la perforación por piedras punteagudas o grava (US EPA1999). La mayoría de los sistemas utilizan cloruro especialmente fabricado de polivinilo (PVC) o polietileno de alta densidad (HDP). La colocación de una capa delgada de arena o tela [geotextile] encima de o debajo del recubrimiento lo puede proteger de perforación por piedras. Algunos recubrimientos necesitan ser protegidos de la luz de UV, y pueden ser cubiertos con piedras o tierra para este propósito. La carga en el recubrimiento será aproximadamente $2,200 \text{ kg/m}^2$, incluyendo la masa de la planta.

La entrada – Las configuraciones de la entrada y salida deben promover la uniformidad del flujo a través del canal. Varios diseños son posibles. Una formación "T" (Figura 5) es recomendada, como permite el ajuste rápido de la distribución del flujo y facilita el pasaje de sólidos asentados (Hammer 1989). Los hoyos en el tubo deben ser espaciados uniformemente a una distancia

aproximadamente 10% de la anchura de la célula, del mismo tamaño y la forma, y suficiente grande para prevenir que se tape. (US EPA1999).

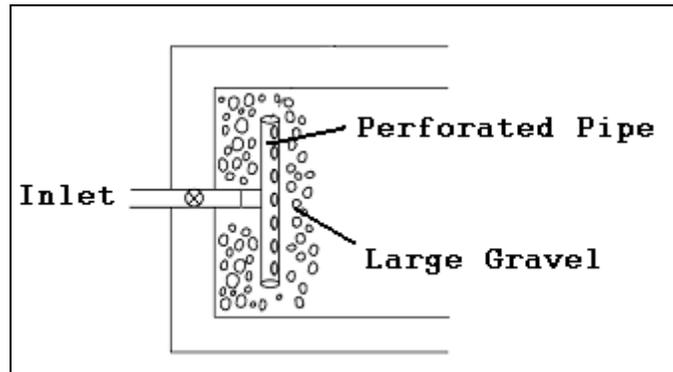


Figura 5. Una diagrama de una entrada que utiliza tubo PVC perforado abajo de una cama de grava (US EPA1999)

La salida – En sistemas de humedales construidos más pequeños para hogares, con frecuencia la descarga es liberada en la tierra, mientras en humedales municipales más grandes, la descarga generalmente fluye hacia el agua de superficie. Un [perforated leach field tubing system] puede ser utilizado si un punto de descarga no es deseada. Otros tipos de salidas incluyen un tubo abierto, el canal, o el [spillway – aliviadero?]. Para recolectar agua del canal en la salida del humedal, tubos perforados pueden ser colocados a través del fondo del canal, debajo de la grava (US EPA1999). Esta estructura será semejante a lo que está mostrado en la Figura 5, en donde los hoyos pueden ser hechos más pequeños, ya que los materiales sólidos se habrán asentado antes del agua sale del sistema, y el estancamiento no es una preocupación. Si este arreglo es conectado a [riser pipe], la altura de la salida entonces puede ser utilizada para controlar la profundidad de agua en el humedal. (Vea perfil en la Figura 12.)

Otros materiales básicas incluyen el equipo de grava y construcción. Los costos variarán dependiendo en el sitio y el tipo de materiales utilizadas. En los EEUU, el costo total de este tipo de humedales estuvieron en el promedio \$601.716 por hectárea (1998 dólares de EEUU) (Crites et al. 2006). Los artículos mayores incluidos en costos iniciales para humedales construidos son listados a continuación:

- Los costos de la tierra
- La investigación del sitio
- Vaciado y excavacion el sitio
- La excavación y el terraplén
- recubrimiento
- Grava
- Plantas
- Las estructuras de la entrada y salida
- Otra tubería, las bombas, etc.
- Cercando (si necesitado)
- El costo del ingeniería/asesoramiento jurídico
- Sueldo para el ingeniero y los trabajadores

Los Pasos de Construcción Simplificada

El Tratamiento primario – Tanque séptico (Opcional):

- 1.) Calibrando el tamaño – Una evaluación tipo ingeniería debe ser hecha para determinar el tamaño apropiado de el/los tanque(s) séptico(s) para utilizar para un volumen específico del flujo de aguas negras (US EPA1999; Crites and Tchobanoglous 1998). Como un cálculo aproximado, el flujo será aproximadamente 50-100 galones (0,189-0,378 m³) por persona por día. Multiplicando este número por el número de personas que utiliza el sistema proporcionará una estimación del volumen. La capacidad volumétrica para el tanque debe ser cinco veces del flujo medio, para acomodar el espacio para el fango, el espacio aéreo, y, el aspecto más importante – los acontecimientos excepcionalmente altos del flujo. Para sistemas más grandes, varios tanques sépticos pueden ser utilizados juntos (Figura 6).

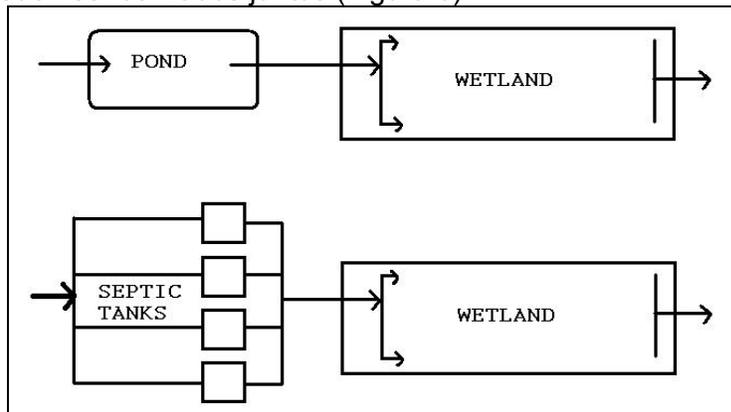


Figura 6. Esquemático de opciones primarias y secundarias de tratamiento

- 2.) La excavación y la construcción básica del tanque – Una vez que un área del tamaño apropiado sea excavada, el fondo y las paredes del tanque deben ser vertidos de una sola vez. Un techo concreto sólido con un sello hermético por las orillas debe ser colocado apenas debajo de nivel del suelo con el registro sobre la tierra. Un divisor (representado como en la Figura 3) debe separar el primero dos tercios del tanque de la última tercera parte. Puede ser que los tanques prefabricados están disponibles para la compra.
- 3.) Instalación de la tubería – Un tubo de PVC u otro tipo de canal puede ser utilizado para reunir las aguas negras de un sistema de transporte de aguas negras y encauzarlas en el tanque.
- 4.) El mantenimiento – Inspeccionar anualmente para asegurar que no escape el agua por las paredes, para identificar y arreglar interrupciones en la tubería, y para verificar si hay acumulación de algas o fango. Las algas, el fango, y la grasa se acumularán a razón de aproximadamente 2-3 cm/año, y necesitarán ser quitados físicamente una vez cada 3-6 años (Hammer 1989). Para un mejor desempeño, la basura no debe entrar al sistema de alcantarillado, los desagües en los hogares deben tener coladeras instaladas y sólo papel higiénico biodegradable debe ser utilizado.

El tratamiento Primario – Poza de Estabilización (Opcional):

- 1.) Vaciado, excavación, graduación, construcción, y el mantenimiento – Los pasos 4 y 5 a continuación deben ser utilizados en la creación de una poza de estabilización. Un componente opcional es un aereador mecánico, que puede ser colocado submarino en la poza para circular oxígeno y hacer más rápida la descomposición microbiana de sólidos (Purdue 1999). Las plantas flotantes pueden ser agregadas también para el tratamiento o propósitos estéticos. El mantenimiento de la poza de estabilización es igual que para el humedal construido.

Humedal Construido Tipo SSF (Flujo debajo de la superficie):

- 1.) La localización - La ubicación del tratamiento debe estar cerca de la fuente de las aguas negras, para que la energía necesaria sea mínima para guiar las aguas negras en el sistema. Vea también la información relacionada a la ubicación mencionada previamente.
- 2.) El cálculo de parámetros de diseño - Las pautas generales para parámetros de diseño son adaptables a un sitio específico, dada la cantidad de las aguas negras y una serie de cálculos matemáticos relacionados a los tiempos de reacción y a la hidrología (Hammer 1989). Un ejemplo de estos cálculos puede ser encontrado en la propuesta del proyecto piloto que acompaña, "La Tecnología de BMP: Los humedales construidos para el Tratamiento de Agua Negra – Propuesta de proyecto Piloto en Chiapas, México".
- 3.) Vaciado, Excavación, Graduación - Las células deben ser graduadas planamente de un lado a otro con una cuesta uniforme leve hacia el flujo (Figura 7) (US EPA1999). Si es posible, es deseable equilibrar el corte y llenar en el sitio, para evitar mover tierra o el desecho de tierra a otro sitio. La compactación uniforme de la tierra es necesaria para proteger la integridad del recubrimiento. [Berms] externo e interno pueden ser construido simplemente de tierra condensada o reforzados con cemento. Más información acerca de [berms] es localizada en la sección "Información Detallada de Construcción."



Figura 7. Un sitio excavado y graduado que muestra una cuesta leve (~1%) en la dirección del flujo (Purdue 2007)

- 4.) Construcción - El recubrimiento debe ser puesto en el lugar una vez de que la tierra en el sitio sea preparada (Figura 8). En seguida, las estructuras de la entrada y salida pueden ser construidas, seguida por la adición de la grava al sistema (vea la Figura 10). Más información acerca de cada uno de estos componentes puede ser encontrada en la sección Información Detallada de Construcción mencionada a continuación.



Figura 8. El sitio de la construcción que muestra un recubrimiento plástico sintético para humedales (Purdue 2007)

5.) El establecimiento de la vegetación - Plantas completas o rizomas inactivos y los tubérculos funcionan bien para trasplantar, pero las semillas no (Figura 9) (Hammer 1989). Los tubérculos con un tallo de 20-25 cm son muy deseables porque el tallo puede obtener oxígeno mientras las raíces son inundadas en el agua. La vegetación debe ser plantada firmemente debajo de la capa primera de grava para prevenir crecimientos de plantas indeseables. En climas templados, el mejor período para plantar empieza después de que el estado latente haya empezado en el otoño, y termina después de la primera tercera parte del la temporada de crecimiento del verano (US EPA1999). En la mayoría de los casos, los humedales son sembrados durante la primavera.



Figura 9. Una foto de plantas de humedales compradas de un vivero con los rizomas conectados (Abulk 2007)

Las condiciones húmedas deben ser mantenidas después de la siembra para motivar el crecimiento inicial (US EPA1999; Hammer 1989). El nivel del agua puede ser aumentado lentamente a medida que los nuevos brotes se desarrollan y crecen. Pero, si el nivel del agua excede las puntas de los renuevos verdes, las plantas se morirán. Permitir entre 0,3 y 1 metro entre de cada mata. Si se siembran las matas

con una densidad más alta, puede resultar en un establecimiento más rápido de un sistema de humedal, pero los costos de construcción aumentan. Al cabo de unas pocas semanas del crecimiento de plantas, las aguas negras pueden ser introducidas. Si existen temperaturas altas o condiciones fuertes por el sol, una capa de pajote de paja o heno 15-20 cm de grueso puede ser colocada encima de la superficie de grava para proteger las nuevas plantas.



Figura 10. Un humedal construido completa con grava y vegetación (Purdue 2007)

Información Detallada de Construcción

Los parámetros específicos del diseño:

Desde que el tamaño a menudo es calculado según el BOD y la carga hidráulica de las aguas negras afluyente, una matriz es ofrecida para dar una idea rudimentaria del tamaño de humedal (Hammer 1989). Aunque las ecuaciones uniformes del diseño no son conocidos por poca información disponible, los cálculos más detallados del paso por paso pueden ser encontrados en la Proposición del proyecto Piloto que acompaña, "la Tecnología de BMP: Los humedales construidos para el Tratamiento de Agua Negra Proposición del Proyecto Piloto en Chiapas, México" (Crites et al. 2006; US EPA1999).

Para sistemas grandes, el humedal debe ser subdividido en varias células pequeñas, en series, paralelos, u otra combinación siempre y cuando el mantenimiento pueda ser realizado en una sección sin dañar el humedal entero. (Hammer 1989). Los parámetros importantes del diseño para un humedal son indicados en Tabla 2. La discusión de algunos de las características no previamente considerado en este manual se describe en la Tabla 1.

[Table] 1. Los parámetros de diseño comúnmente utilizados para un humedal construido tipo SSF (Crites et al. 2006; US EPA 1999; Crites and Tchobanoglous 1998; Hammer 1989)

Parámetro	[Range]	Valor Típico
Carga Hidráulica	0.02 – 0.24 m ³ /m ² /día 0.8 - 62 cm/día 100 - 1,000 m/día	4.7 cm/día
Duración de Detención	4 - 20 días	6-8 días
Cantidad del Flujo	--	0.34 L/seg.
Velocidad del Flujo	< 8.6 m/día	--
Profundidad de Grava	0.3 - 0.6 m (mas profundo a la salida)	0.5-0.6 m
Profundidad de Agua	0.15 – 1 m (del fondo)	0.4-0.6 m
Profundidad del Zona de Raíces	0.3 – 1 m (abajo del superficie)	0.6 m
Tamaño de Grava (Diámetro): <i>Entrada</i> <i>Salida</i> <i>Superficie (el mas alto 25% o <0.1m del superficie)</i> <i>Otro (el mas bajo 75%)</i>	40-100 mm 40-100 mm 5-20 mm 10-60 mm	40-80 mm 40-80 mm 5-20 mm 20-30 mm
Porosidad de Grava	0.18 - 0.35	--
Cuesta de Cama	0.5 - 2%	0.5 - 1%
Cuesta del Superficie de Grava	0%	0%
Cuesta de [Berms]	2:1 - 3:1 (exterior) ≥ 3:1 (interior)	3:1
Anchura	< 61 m	--
Longitud	> 15 m	--
Longitud : Anchura Ratio	< 4:1	1:1 – 1:2
Longitud de Zona de Entrada	--	2 m
Longitud de Zona de Salida	--	1 m

Profundidad – Utilizando plantas con raíces más profundas requerirán una cama más profunda (US EPA1999). En general, los juncos y las cañas tienen raíces más largas que las aneas.

Inclinacion - El fondo del humedal debe ser inclinado uniformemente hacia la salida para facilitar el drenaje para el mantenimiento (US EPA1999). Tome cuidado durante el proceso de la graduación para eliminar los puntos bajos, los canales, y cualquier inclinación de lado a lado. Se puede aprovechar la gravedad en sitios naturalmente inclinados para reducir los costos del bombeo.

[Berms] – [Berms] pueden estar hecho de ladrillos y cemento o de la tierra. [Berms] de barro son típicamente menos costosos y proporcionan una apariencia estética más natural. La inclinacion del [Berms] debe ser tan inclinada como posible para prevenir fuentes ajenas o forneas de agua antes de entrar al humedal (US EPA1999). La cantidad de ["freeboard"] (la distancia entre el nivel del agua normal y la cima de la estructura que incauta o refrena agua) debe ser suficiente para contener una tormenta típica de lluvia en el área (Figura 11). [Berms] externos debes proporcionar aproximadamente 0,6 a 1 M de [freeboard], a una distancia suficientemente grande

para permitir la inundación a una profundidad de aproximadamente 5 cm más alto que la superficie de grava. Esta consideración del diseño llegará a ser útil para el control de hierba por la inundación forzada, así como para atraer o desaguar la célula para el mantenimiento. La cima del [berms] puede proporcionar el espacio para un camino de acceso o para proporcionar mantenimiento. El recubrimiento y [Berms] circundante deben ser sólido y estructuralmente hermético, ya que estas características son críticas al funcionamiento apropiado del humedal construido. Colocando una capa de tierra sobre la cuesta del lado de [berms] ayuda a establecer vegetación, pero deja la cuesta susceptible a la erosión. Los recubrimientos o las mantas del control de erosión pueden ser utilizados para promover la durabilidad.

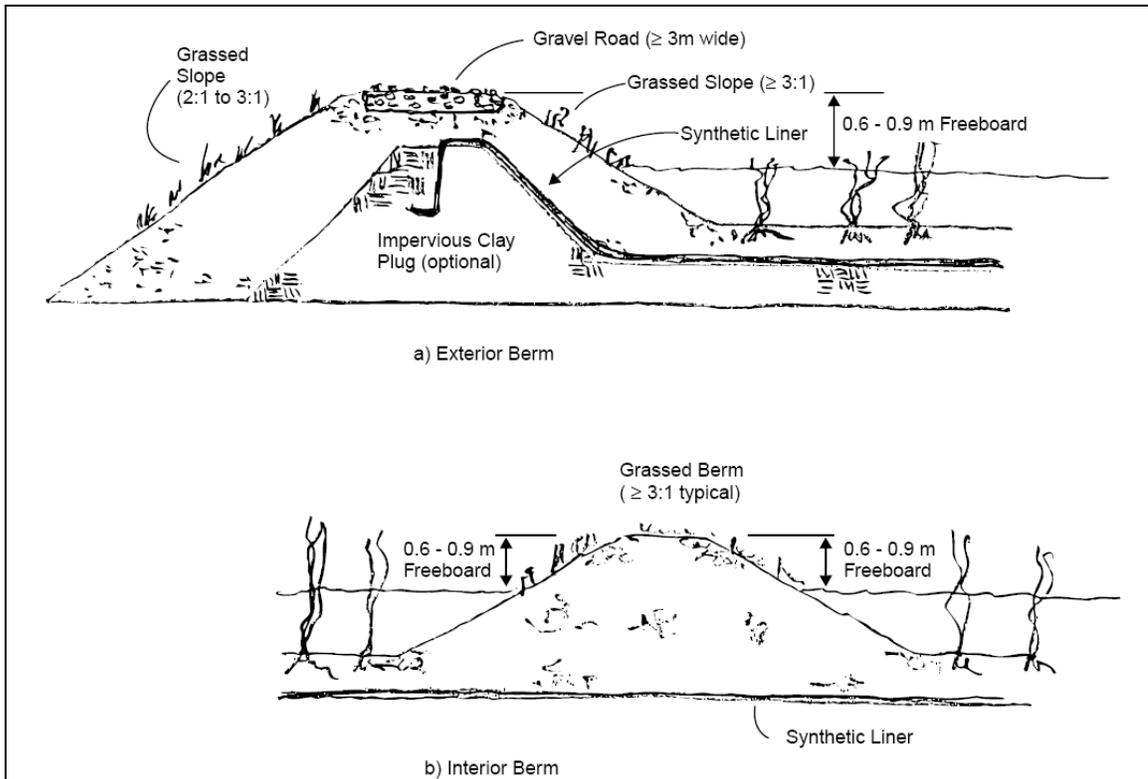


Figura 11. El ejemplo de [Berms] de barro contenía la célula de humedal, para la periferia (la cima) y las divisiones internas (el fondo) (US EPA1999).

Grava – Grava del río suavizada, redondeada, y dura es recomendada sobre piedra aplastada afilada, ya que empaca más flojamente, y permite el paso del agua (US EPA1999; Hammer 1989). La piedra caliza aplastada, que es suave y se desintegra fácilmente, debe ser evitada. La grava de una fuente local barato es mejor. La grava debe ser lavada para eliminar la materia fina que puede contribuir a tapan. Los tamaños diferentes de grava, si están dentro de los rangos especificados, tienen poca influencia sobre la eficiencia de la eliminación del contaminante; sin embargo, grava muy pequeña es más susceptible a tapan, mientras grava muy grande llega a ser más difícil de manejar durante la construcción o el mantenimiento. La Figura 12 muestra un ejemplo del tamaño de grava y espaciamiento dentro de la célula de humedal.

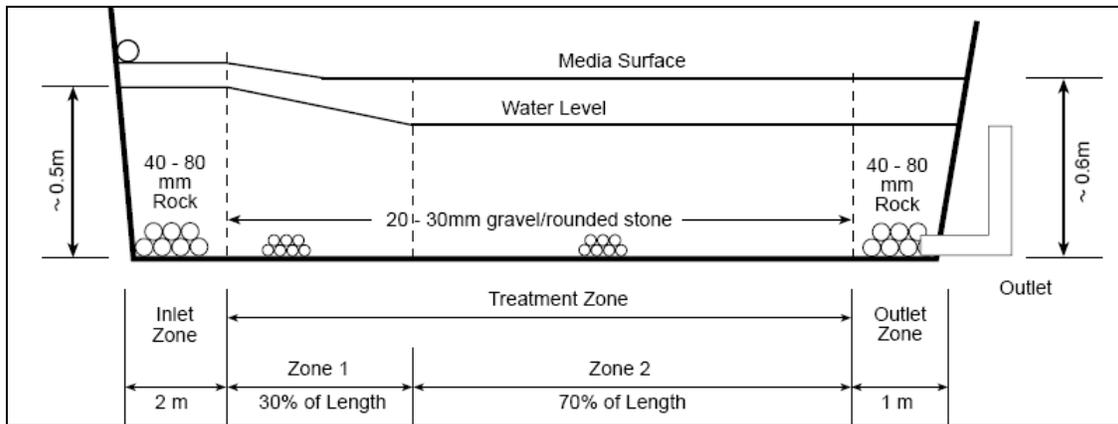


Figura 12. La distribución de grava dentro de un humedal construido tipo SSF (US EPA1999)

La proporción de longitud:ancho – No hay diferencia significativa en capacidades de tratamiento para variar proporciones de apariencia, así que esto no es considerado un criterio importante del diseño (US EPA1999; Hammer 1989).

Mantenimiento:

El mantenimiento de una poza de estabilización y humedal construido debe implicar sólo un día a la semana o menos (US EPA1999) :

- Cosechando de plantas generalmente no es requerido para humedales tipo SSF, pero trabajo anual, incluyendo quitar, quemar, afinar, o replantar de vegetación puede ser beneficioso si el flujo es dañado (Hammer 1998). Una dispersión uniforme de la comunidad de plantas debe ser mantenida para asegurar el tratamiento efectivo.
- [Berms] puede requerir el recorte de vegetación y control de erosión. La eliminación periódica de semillas extranjeras de árboles de la cama de humedal puede ser necesario.
- El humedal debe ser revisado con regularidad para uniformidad de flujo, para los olores indeseables, y para la integridad de [Berms]. La invasión de plantas, de insectos, y de animales deben ser observados y quitados.
- Si deseado, se puede monitorear el agua químicamente para asegurar el funcionamiento del humedal o investigar la eficiencia del humedal construido. Esto aumentará el costo y el tiempo requerido para el mantenimiento, pero es un indicador útil del tratamiento exitoso de aguas negras. Los parámetros importantes para controlar incluye pH, oxígeno disuelto (DO), los sólidos suspendidos (SS), la Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD), y Coliforme (Purdue 1999; Hammer 1989).



Figura 13. El monitoreo y el control de calidad de agua debe ser hecho para asegurar que el humedal funcione apropiadamente.

- El sistema primario del tratamiento puede necesitar también la conservación. Los tanques sépticos requieren la eliminación de fango a una cama del secado, de cuál residuos son desechados finalmente como desechos sólidos o reutilizado para la enmienda de tierra (Hammer 1989). Las pozas de estabilización deben ser controladas para el crecimiento no deseado de vegetación y encharcamiento.

Preguntas Comunes

¿Qué son los asuntos problemáticos potenciales?

Olores – Es raro que los olores sean problemáticos en humedales apropiadamente cargados. Sin embargo, los olores surgen más fácilmente cuando se junta el agua en pozas o el flujo se encharca. Esta situación puede ser evitada preservando las condiciones uniformes del canal y realizando el mantenimiento apropiado (US EPA1999). Los recintos olorosos emitidos de áreas de aguas abiertas resultan típicamente de condiciones anaerobias, que puede ser creado por afluyente con niveles excesivo de BOD y del amoniaco (Hammer 1989). Una manera muy efectiva para eliminar los olores es de desaguar y rellenar la célula de humedal varias veces sobre un período de varios días, permitiendo acerca de 24 horas para cada cambio.

Condiciones del flujo homogéneo – La creación de "las zonas muertas" y la acumulación de los sólidos deben ser prevenidos, para que tiempo de contacto entre el agua y el sustrato sea llevado al máximo, permitiendo que ocurra el tratamiento (Hammer 1989).

Mosquitos - El control del mosquito es mucho menos difícil con humedales tipo SSF porque el flujo de agua es mantenido bajo la superficie de grava, reduciendo el área para la crianza de mosquitos.

Inundación - Aunque la vegetación utilizada en humedales es generalmente tolerante a agua, la inundación puede estorbar el crecimiento de la planta o matarla. Para prevenir la inundación, construir los [Berms] lo suficiente alto para que dirijan la lluvia que cae afuera del humedal hasta los lados de las células. El nivel del agua nunca debe exceder la capacidad máxima del sustrato de grava, aún con aguas negras y precipitación. Así, las aguas negras podrían fluir sin tratamiento hasta el área circundante.

Cuestiones políticas – En áreas donde las leyes ambientales de protección para prevenir el descargar de aguas negras crudas están ausentes, la motivación para hogares o comunidades para aplicar estos sistemas pueden faltar.

¿Cuánto tiempo durará el sistema?

El período inicial varía dependiendo del diseño, características de las aguas negras, y de la temporada de año (US EPA1999). Un período inicial típico dura 12-22 meses después de la construcción, aunque el período inicial no es tan crítico para humedales subterráneos de flujo (tipo SSF), ya que mucha de la filtración se lleva a cabo por medios físicos (Hammer 1989). El desempeño del sistema debe mejorar durante los primeros años a medida que la penetración de raíz traiga oxígeno más adentro de la grava. Con el mantenimiento apropiado, la vida del sistema depende sólo en la integridad de la estructura. Los materiales citados en este manual durarán típicamente más de 20 años (Purdue 1999).

¿Qué reducción puede ser esperado?

Los humedales construidos tipo SSF pueden disminuir varias de las características perjudiciales de aguas negras. Los estudios han mostrado el desempeño adecuado del tratamiento para la mayoría de los componentes de aguas negras, incluyendo BOD, TSS, y coliforme fecal ([Table] 2) (US EPA1999). La eliminación de nitrógeno y fósforo varía a través del año con el crecimiento de planta y senectud, pero es generalmente pobre. La mayoría de las enfermedades relacionadas con los excrementos resultan de bacterias y virus, ambos de los cuales son quitados efectivamente por este tipo del tratamiento de aguas negras (Hammer 1989). El tratamiento apropiado de estos tipos del desecho contribuye a ambas sanidad del medio ambiente y la integridad mejorada de sistemas acuáticos.

[Table] 2. La reducción típica del porcentaje y concentraciones efluentes esperadas para contaminantes comunes en humedales de SSF (Crites et al. 2006; US EPA 1999; Crites and Tchobanoglous 1998; Hammer 1989)

Parámetro	reducción Esperado	Concentración Esperado del Efluente (mg/L)
sólidos Suspendidos Totales (TSS)	51-98%	3.7-64 (típicamente <10)
Coliformes	82-100%	(MPN) 50-577,000/100ml
Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD)	49-96%	5.3-90
Nitrógeno	12-86%	6.3-29.6
Fósforo	-12-91%	0.5-9.6
Metales: <i>Al, Cu, Zn, Cd</i> <i>Fe, Mn</i>	84-99% -10%	<0.01-0.05 0.288-1.234

La eliminación de estos parámetros es influida por muchos factores. Un ejemplo de cómo el tiempo de detención afecta los niveles de sólidos suspendidos totales es mostrado en la Figura 14 (US EPA1999). Como estimación, la eliminación de bacterias y virus en los humedales (que normalmente son los elementos que causen lo mas preocupación por la salud humana) se correlaciona generalmente bien con el retiro de sólidos suspendidos y el tiempo de detención.

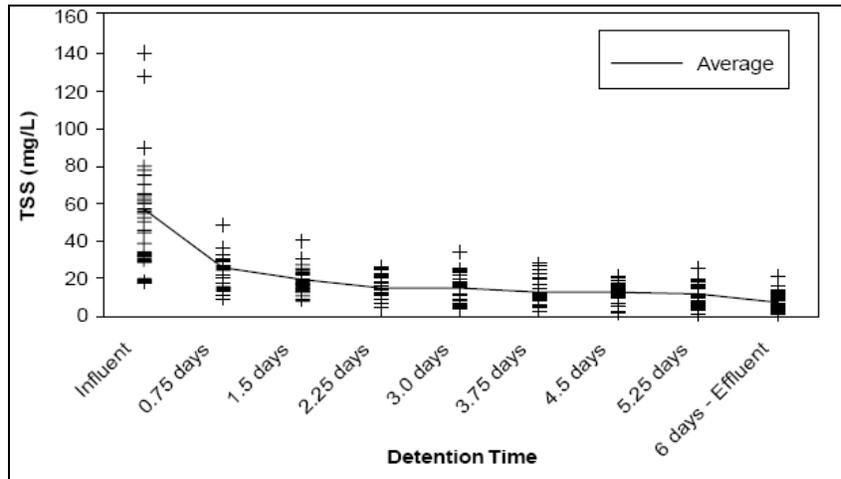


Figura 14. Un gráfico que muestra la reducción media en el los sólidos suspendió totales cuando aguas fluyen por un humedal construido (US EPA1999)

Gracias por su interés en Soluciones Prácticas. Contacte por favor al autor con cualquier preguntas o conciencia (ksetty@bren.ucsb.edu).

Referencias

- Abulk Wholesale Nursery (2007) "Wetland Plants" Accessed 2/4/07 from
<http://www.abulk.com.au/awn/wetland_plants.html>
- Crites, RW et al. (2006) Natural Wastewater Treatment Systems. Taylor & Francis Group.
- Crites, R and G Tchobanoglous (1998) Small and Decentralized Wastewater Management Systems. McGraw-Hill.
- Hammer, Donald (1989) Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: Municipal, Industrial, and Agricultural. Lewis Publishers, Inc.
- Purdue Residential Onsite Aguas negras Disposal (2007) "Image Library: Constructed Wetland Installation" Accessed 2/4/07 from
<<http://pasture.ecn.purdue.edu/~epados/onsiteOnline/images.htm>>
- Purdue University and the US Environmental Protection Agency (US EPA) (1999) "Decentralized Onsite Management for Treatment of Domestic Wastes" Software available from <<http://www.purdue.edu/dp/envirossoft/decent/src/main.htm>>
- US Environmental Protection Agency (US EPA) (1999) "Manual: Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters" Accessed from
<http://www.epa.gov/owow/wetlands/pdf/Design_Manual2000.pdf>