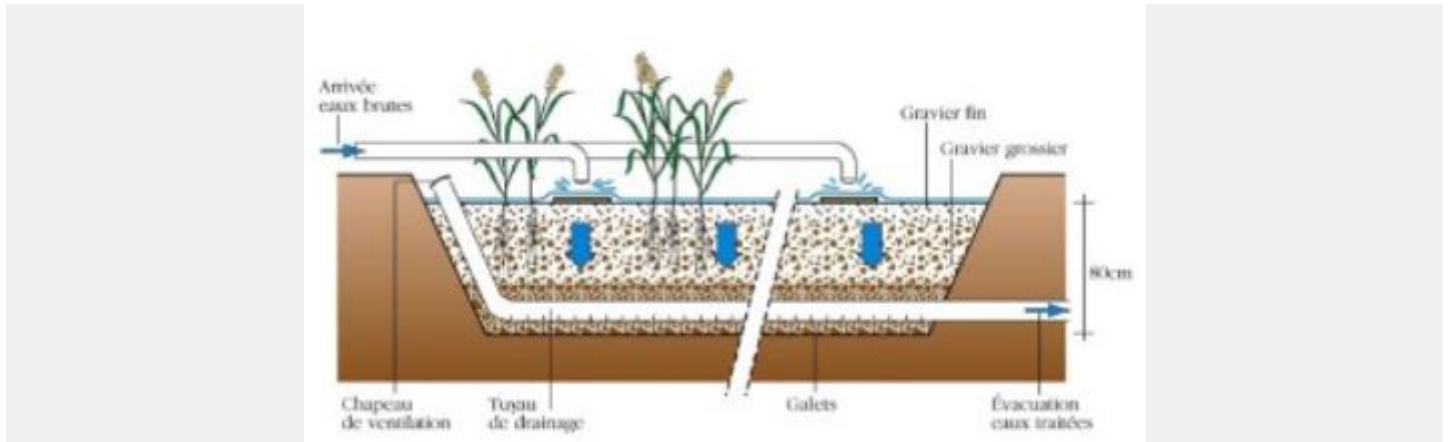


A20 - Filtros de macrófitas

4 de diciembre de 2013



NB. Esta ficha completa la ficha A 17 "Diversos medios de tratamiento ecológico de los efluentes"

1) ¿De qué se trata ?

Los **filtros verdes** intervienen en distintos dispositivos de tratamiento de los efluentes presentados en la ficha A 17. Concurren a **eliminar las materias orgánicas e impurezas presentes en las aguas residuales**.

A veces los llaman "lechos de secado con plantas".

Consiste en **hacer circular el agua a través de un filtro de grava en el que crecen macrófitos** (plantas acuáticas), cañas por ejemplo. Las raíces aportan oxígeno al suelo y crean un ambiente propicio al desarrollo de microorganismos que purifican el agua.

De cierta manera, el proceso reproduce el **proceso natural de depuración del agua en pantanos**, donde las aguas residuales empiezan a decantar, liberando las partículas sólidas, y se someten a tratamientos naturales físicos, químicos y sobre todo biológicos favorecidos por plantas acuáticas que degradan las materias orgánicas, eliminan los nutrientes vinculados a las partículas y reducen sensiblemente los gérmenes patógenos de las aguas residuales.

El proceso lleva el agua hacia el fondo del agujero perforado en el suelo que contiene el filtro. Para recogerla y transportarla hacia la etapa de tratamiento siguiente, es necesario disponer de un **terreno inclinado** o de una bomba para elevar el agua hasta el nivel del suelo.

Existen dos tipos de filtros : los de flujo horizontal y los de flujo vertical. Se distinguen por su modo de alimentación, por el sentido de circulación del agua y por las condiciones aerobias de tratamiento.

Los **filtros de flujo vertical** necesitan un modo de alimentación de agua intermitente e implementan mecanismos biológicos bastante complejos para poder reducir sensiblemente los gérmenes patógenos y la DBO.

Los **filtros de flujo horizontal** necesitan un pretratamiento de las aguas, por ejemplo mediante filtro de flujo vertical, fosas sépticas o pequeña laguna, para que no haya riesgo de obstrucción. Son más indicados para las aguas residuales poco cargadas.

Estos filtros suelen integrarse en un conjunto de dispositivos de depuración destinados a la depuración de

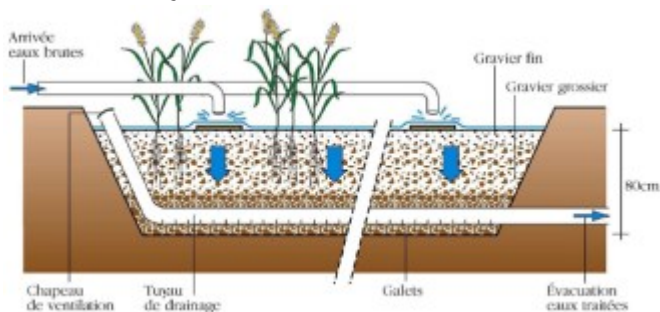
las aguas domésticas a escala familiar o comunitaria y pueden sustituir a los pozos de absorción o fosas sépticas.

2) Filtros verdes de flujo vertical

Principio

Los filtros de flujo vertical **no se alimentan de forma continua sino por olas intermitentes (cf. ficha A18 "Rejas de gruesos y sistemas de descarga de las aguas residuales por olas")**. Al llegar la ola, el agua se reparte a la superficie del filtro y percola de manera uniforme. Se recoge el agua en el fondo del filtro, a unos 80 cm de profundidad, con ayuda del conducto de evacuación. Se acumula en la superficie del filtro una capa de lodos de unos 1,5 cm de espesor por año. Los tallos de los macrófitos perforan la capa de lodo e impiden la obstrucción del filtro. Suelen emplearse dos o tres filtros idénticos paralelos que funcionan de manera alternativa.

Alimentación y evacuación



Fuente : Grupo Macrophytes et traitement de l'eau

El sistema de olas debe diseñarse de modo que cada ola cubra el filtro con una capa de 2 a 5 cm de agua. Idealmente, el filtro debe recibir **6 a 12 olas por día**.



Alimentación en H por red aérea

Alimentación por desbordamiento "cuello de cisne" por red subterránea

Estas son distintas maneras de descargar el agua en el filtro :



Alimentación por tubería colocada en el suelo

Fuente : Asociación arsatése-loirebretagne

Al descargar el agua, deben observarse **dos puntos** :

- la buena repartición de la capa de agua que cubre **todo el filtro después de cada ola**
- la planicidad de la superficie del filtro : **deben colocarse piedras por debajo de las entradas de agua** para que los chorros no formen agujeros o socavación.

Al diseñar el sistema de descarga, debe anticiparse el hecho de que una capa de lodos va a formar un depósito en la superficie del filtro (hasta unos quince centímetros, cf. "mantenimiento"). Las **salidas de agua deben estar a una altura suficiente** por encima de la superficie del filtro.

El agua se evacua por **conductos** de evacuación que deben colocarse **en el fondo del filtro sin estar justo por debajo de una entrada de agua**, para que el agua recorra la máxima distancia en el filtro.

Cada filtro debe tener **fases alternativas de funcionamiento y de reposo**.

Para algunas pequeñas instalaciones (menos de 100 habitantes), se pueden alternar una fase de funcionamiento de 3 a 4 días, en la que el filtro se alimenta por olas, y una fase de reposo de misma duración. Esto requiere pues dos filtros : uno reposa mientras funciona el otro.

De forma general, es preferible alternar una fase de funcionamiento de tres a cuatro días y una fase de reposo dos veces más larga. Por lo tanto, **se necesitan tres filtros idénticos : uno funciona mientras reposan los dos otros**.

Principal elemento del filtro : el lecho filtrante

El lecho filtrante se instala en un agujero formado en el suelo. **Debe impermeabilizarse** para evitar que el agua todavía no tratada se infiltre en la capa freática. Su profundidad está comprendida entre 50 y 70 cm.

Composición del lecho filtrante :

Capa superior : 30 cm de grava fina (2 a 8 mm de diámetro), a veces va por debajo de una pequeña capa de 10 cm de arena.

Capa intermedia : 10 a 20 cm de grava (5 a 10 mm de diámetro)

Capa del fondo : 10 a 20 cm de grava gruesa o cantos rodados (20 a 60 mm de diámetro)

Preferentemente, cuando se usan dos series sucesivas de filtros de flujo vertical (caso del dispositivo n°2 mencionado en la ficha A 17 sobre los diversos modos de tratamiento ecológico de los efluentes), la capa superior del segundo filtro debe estar constituida por arena.

Al empezar el filtro, conviene **plantar 4 macrófitos** por m² con su terrón. Se multiplicarán durante el funcionamiento del filtro.

Para garantizar el buen funcionamiento del filtro, deben **instalarse pozos de aireación** conectados a los conductos de evacuación, cuidando de que desemboquen bastante alto para evitar que el agua baje por esta vía (cf. esquema página 1). Los conductos de evacuación deben colocarse en el fondo del filtro sin estar justo por debajo de una entrada de agua, para que el agua recorra la máxima distancia en el filtro.

Mantenimiento

Los macrófitos deben podarse todos los años, dejando una altura de 30 cm para evitar que se sumerjan las plantas cuando llegan las olas. Si aparecen **malas hierbas** en el filtro, deben arrancarse manualmente lo antes posible y **sacarse** del filtro.

Es necesario controlar periódicamente el buen funcionamiento del filtro, en particular para asegurarse de que el filtro no esté saturado y que los conductos no estén atascados.

A modo indicativo, los lodos suelen acumularse en la superficie del filtro a razón de 1,5 cm por año. Hace falta controlar periódicamente que la acumulación de lodos no perturbe el funcionamiento del filtro : sistema

de descarga, pozos de aireación, repartición del agua... Debe sacarse **la capa de lodo cuando alcanza unos quince centímetros**. Entonces se puede usar como compost agrícola.

3) Filtros verdes de flujo horizontal

Principio

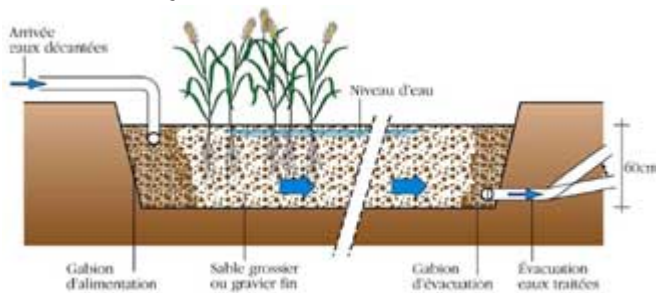
El filtro de flujo horizontal **se alimenta de manera continua y no por olas**. Su funcionamiento no precisa ninguna **fase de reposo**. Por lo tanto, **la instalación de varios filtros paralelos no suele ser necesaria**. El agua corre horizontalmente y se purifica gracias a los microorganismos que se fijan en las raíces de las plantas macrófitas.

El riesgo de obstrucción del filtro es muy alto si no se somete el agua a un pretratamiento. Así, el filtro de flujo horizontal no debe usarse al principio del dispositivo de tratamiento, y lo debe preceder un tratamiento primario, un filtro de flujo vertical o un decantador por ejemplo (**cf. ficha A19** "Decantadores-digestores y separadores de grasas").

Este procedimiento conviene sobre todo para efluentes poco cargados o por ejemplo para

comunidades rurales o suburbanas ya equipadas con pequeños sistemas de pretratamiento (pozo de absorción o fosa séptica). A pequeña escala, este tipo de filtro se puede usar también a modo individual (*cf ficha A24 "Depuración de las aguas residuales mediante lecho filtrante"*)

Alimentación y evacuación



Fuente : Grupo Macrophytes et Traitement de l'eau

A la entrada y salida del filtro se sitúan gaviones llenos de cantos rodados que sirven de transición entre el medio filtrante y los tubos de la instalación. Estos últimos deben garantizar una **repartición del agua en toda la anchura del gabiôn**. Un dispositivo simple permite regular el nivel del agua, que debe mantenerse idealmente 5 a 10 cm por debajo de la superficie del filtro.

Principal elemento del filtro : el lecho filtrante



Dispositivo de evacuación a la salida de filtros verdes de flujo horizontal, según EPA, 2000

El lecho filtrante se instala en un agujero formado en el suelo. Debe impermeabilizarse para evitar que el agua todavía no tratada se infiltre en la capa freática. **Su profundidad es de unos 50 a 60 cm, o sea inferior a la de los filtros de flujo vertical**. Se compone de gravas cuya granulometría está comprendida entre 4 y 8 mm. Si las aguas tratadas contienen demasiadas partículas muy finas, el **filtro corre el riesgo de obstruirse de forma irreversible**.

El fondo del filtro debe presentar una inclinación de un 5 % para evitar el estancamiento del agua.

Al empezar el filtro, conviene **plantar 4 macrófitos** por m² con su terrón. Se multiplicarán durante el funcionamiento del filtro. Su función consiste en aportar oxígeno al lecho filtrante y permitir la fijación de los microorganismos.

Mediante la sucesión de procesos fisicoquímicos y biológicos, las partículas sólidas decantan, la materia orgánica se degrada y los nutrientes agarrados a las partículas tales como el nitrógeno y el fósforo se degradan gracias a los microorganismos fijados en los tallos y las raíces de las plantas.

Mantenimiento

Es necesario efectuar controles periódicos, trimestrales por ejemplo, del buen funcionamiento del filtro, especialmente para asegurarse de que no se sature el filtro y no se atasquen los conductos.

No deben cortarse los macrófitos. Basta con sacar las hojas y ramas secas, que pueden favorecer la aparición de malas hierbas al quedarse en el filtro.

A diferencia de los filtros de flujo vertical, no se forma una capa de lodo en la superficie.

4) Ejemplo de instalación que utiliza estos dos tipos de filtro

El del dispositivo N°3 mencionado en la ficha A 17.



El filtro de flujo horizontal necesita una inclinación inferior a la del filtro de flujo vertical. **Un desnivel de dos a tres metros es suficiente** para esta instalación. Importa que el agua pase en primer lugar por el filtro verde de flujo vertical : es una etapa necesaria para evitar la obstrucción del filtro de flujo horizontal.

Este dispositivo es más eficaz que el que consiste en instalar en serie dos filtros de flujo vertical

para eliminar los gérmenes procedentes de las materias fecales. Así, es preferente en caso de tratamiento de aguas negras (aguas domésticas + heces + orina).

Variante de este dispositivo : sustitución del sistema de olas y del filtro de flujo vertical por un decantador, lo que permite instalarlo en terrenos con desnivel de un metro y usarlo sin bomba en terrenos menos inclinados.

5) Ventajas e inconvenientes de los filtros verdes

a) Ventajas

- Los filtros verdes necesitan **poco mantenimiento**.
- Constituyen una **solución ecológica y más bien estética** que, por lo general, no desprende olores.
- Convienen para pequeñas ciudades o zonas suburbanas.
- El costo de realización es muy razonable y el de explotación muy bajo.

b) Inconvenientes

- Los filtros verdes necesitan un **terreno bastante grande y un poco inclinado** o una bomba para poder elevar el agua tratada hasta el nivel del suelo.
- Son **poco eficaces para la nitrificación y la fosfatación**. Por cierto, sólo permiten un **tratamiento parcial y deben asociarse pues a otros dispositivos**.
- Su diseño debe entregarse a especialistas.
- Los **filtros de flujo vertical** deben alimentarse por **sistema de olas**.
- Para los **filtros de flujo horizontal**, existe un **riesgo de obstrucción** si el agua que entra contiene demasiadas impurezas sólidas.

6) Costo

Sobre todo es pertinente calcular su orden de magnitud con arreglo al importe de los gastos por familia. Para la **inversión, éste** puede estimarse a un gasto de **30 a 60 euros por familia** según instalación, terreno y número de usuarios, pero a **sólo 3 o 4 euros/familia y por año para la explotación**.

7) ¿Dónde conseguir mayor información - Bibliografía ?

- Informe de la **Agencia del agua Loire-Bretagne** (Francia) sobre filtros verdes y otros métodos de tratamiento. Páginas 27 a 34. Informe disponible (en línea) en :

<http://www.arsatse-loirebretagne.a...>

- **EAWAG** (Suizo) : "Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento". Esta publicación muy completa comprende algunas páginas sobre los filtros verdes. Documento bien ilustrado y detallado disponible (en línea) en :

<http://www.pseau.org/outils/organis...>

- **Guía metodológica SMC** (Estrategias Municipales Concertadas), del PDM y del PSEau : "**Elegir soluciones técnicas adaptadas para el tratamiento líquido**", guía ilustrada muy interesante y bien documentada de 136 páginas realizada por el GRET cuyas páginas 109 a 115 tratan del tema del tratamiento de los lodos.

Esta guía se puede encargar al PSEau : www.pseau.org

- Emplacement : Accueil > es > Wikiwater > Ficha técnica > Sanear y proteger > Tratamiento de aguas residuales >
- Adresse de cet article : <https://wikiwater.fr/a20-filtros-de-macrofitas>