



**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
MEDIANTE FILTROS E HIDROSISTEMAS
NATURALES CON PASTO VETIVER**

BIOINGENIERIA

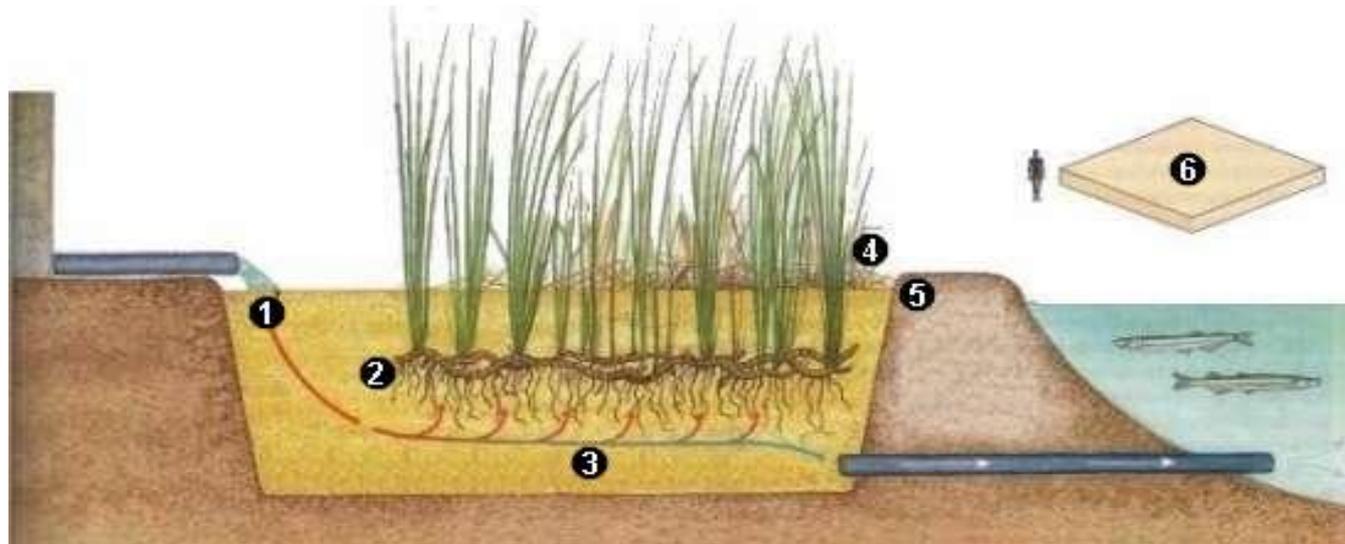
VETIVERCOL SERVICIOS Y CONSULTORIAS S.A.S.

○ Introducción

- La importancia de los humedales ha variado con el tiempo. Los humedales son zonas de transición entre el medio ambiente terrestre y acuático y sirven como enlace dinámico entre los dos. El agua que se mueve arriba y abajo del gradiente de humedad, asimila una variedad de constituyentes químicos y físicos en solución, ya sea como detritus o sedimentos, estos a su vez se transforman y transportan a los alrededores del paisaje.
- Los humedales proveen sumideros efectivos de nutrientes y sitios amortiguadores para contaminantes orgánicos e inorgánicos. Esta capacidad es el mecanismo detrás de los humedales artificiales, para simular un humedal natural con el propósito de tratar las aguas residuales de empresas y municipios.
- La solución biotecnológica consiste en la instalación de humedales artificiales que actúan como filtros naturales. Ubicados entre la planta y los recursos acuáticos (ríos, lagos, lagunas), estos sistemas, además de no necesitar mantenimiento ni consumir energía eléctrica, cuestan menos que la cuarta parte de un sistema de tratamiento tradicional. Los humedales se construyen utilizando diferentes especies de plantas que abundan en la zona: Eneas, Pasto Vetiver, camalotes o juncos.



HUMEDAL ARTIFICIAL PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



1. Los desechos cloacales desembocan en el humedal, que es una cava llena de arena y grava que funciona como aislante para que los olores no salgan a la superficie.
2. El filtro del humedal consiste en una gran plantación, en este caso de un sistema hidropónico de PLANTAS DE VETIVER con sus raíces dentro de la arena, que se alimentan del agua.
3. Los nutrientes del agua son absorbidos a través del sistema radicular de las plantas de VETIVER, que los atrapan en sus tejidos y los utilizan para su crecimiento.
4. Los nutrientes absorbidos se eliminan con el cambio de tallo del VETIVER. Esos restos forman una capa aislante.
5. El agua, ya libre de nutrientes y materiales pesados como Nitritos, Nitratos, N, Cu, Zn, As, N, P, Hg, Pb, Cd, y otros, desemboca desde el humedal hacia las fuentes de agua corriente con un porcentaje de descontaminación de más del 95% .
6. El tamaño del humedal: La superficie necesaria se calcula en base a la cantidad de habitantes de la ciudad que produce los desechos, según la siguiente relación: 1 personas = alrededor de 5 m² de remoción de desecho.



La falta de acceso a agua potable puede considerarse uno de los mayores problemas en la actualidad, localizada fundamentalmente en países clasificados del Tercer Mundo o en vías de desarrollo. Los problemas de abastecimiento se ven agravados debido a la infiltración de aguas residuales procedentes de los pueblos a las corrientes y fuentes de agua utilizados para consumo humano, agricultura y ganadería, provocando su contaminación y la proliferación de enfermedades como diarreas, gastroenteritis, malaria, fiebres, cólera, tifus, etc. En el caso de zonas donde las sequías sean frecuentes, todos estos problemas se ven agravados y ampliados, uniéndose los riesgos de desertización, muerte cosechas y ganado, enfermedades, etc. que las sequías pueden causar. La alternativa para estas poblaciones pasa por encontrar tratamientos del agua residual que sean económicos, a la vez que ecológicos, y que permitan una reutilización del agua tratada para ciertos usos como alternativa de abastecimiento. En este sentido, la construcción de humedales artificiales puede ser una solución que cumple con los requisitos mencionados.

Es claro que mediante la utilización de plantas poderosas, y costosas, de tratamiento de aguas, en las que son productos químicos los que hacen la remoción de materiales contaminantes, con la utilización de mecanismos naturales, como son la implementación de humedales artificiales con plantas que absorban los materiales pesados del agua como nitritos y nitratos, N, S, P, Cu, Fe, Ni, Hg, Cd, Pd, Cr, y otros materiales que son lixiviados de industrias, alcantarillados, etc., sirven de alimento a las plantas para su desarrollo natural proporcionando a cambio oxígeno al agua.



Mediante excavación, se construyen humedales



Se les realiza un revestimiento con una lamina plástica que no deje filtrar las aguas.





Se realiza el relleno con grava y arena, y luego se le siembra la cobertura de Pasto VETIVER.



Una vez establecida la cobertura vegetal, se le comienza bombear las aguas residuales, para que estas plantas a través de su sistema radicular hagan su trabajo de absorción de materiales pesados, entregando a las fuentes de agua corriente, un líquido puro en un 96%

Humedales contruidos para el tratamiento de aguas residuales

Las investigaciones realizadas en la planta piloto de Can Suquet han demostrado la eficiencia de los humedales para eliminar una amplia gama de contaminantes, incluyendo contaminantes convencionales como la DQO, DBO o nutrientes. También se han estudiado aspectos más básicos como las características hidrodinámicas de los humedales, las reacciones bioquímicas responsables de la degradación de la materia orgánica, y la dinámica y composición de la biopelícula.

Los humedales contruidos son sistemas de depuración sencillos que no requieren de energía externa para funcionar. Se distinguen dos tipologías, de flujo subsuperficial o de flujo superficial. Los de flujo superficial se suelen utilizar en programas de restauración ambiental donde la depuración es un valor añadido. En este caso suelen recibir efluentes que ya han sido tratados intensamente en estaciones depuradoras y, por tanto, el sistema de humedales tiene como objetivo realizar un afino de la calidad del agua (García y Mujeriego, 1997).

Los de flujo subsuperficial, en cambio, se suelen construir para tratar aguas simplemente pre tratadas y constituyen, por tanto, la unidad de proceso clave en la instalación de depuración. Este tipo de instalaciones se suelen utilizar para depurar las aguas residuales de pequeños municipios, aunque hay numerosas aplicaciones documentadas (aguas de papeleras, farmacéuticas, industria del petróleo, lixiviados vertederos, etc.). En este artículo se describen los proyectos y avances que los autores han alcanzado con sistemas de flujo subsuperficial.



Preparación de la fosa y recubrimiento
Con pelicula plasticva



impermeabiliza con una película plástica que retendrá el agua dentro del foso.

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIUMBRE EN CAGUA, ARAGUA. VENEZUELA



llenado de la plataforma
con grava y arena



Acondicionamiento y siembra de Pasto Vetiver sobre la plataforma en arena y grava



8 meses después de haber



Un año después con poda
de mantenimiento





Aguas residuales del RDT Hospital Kaliamburg



Aguas residuales del RDT Hospital Bathalapalli



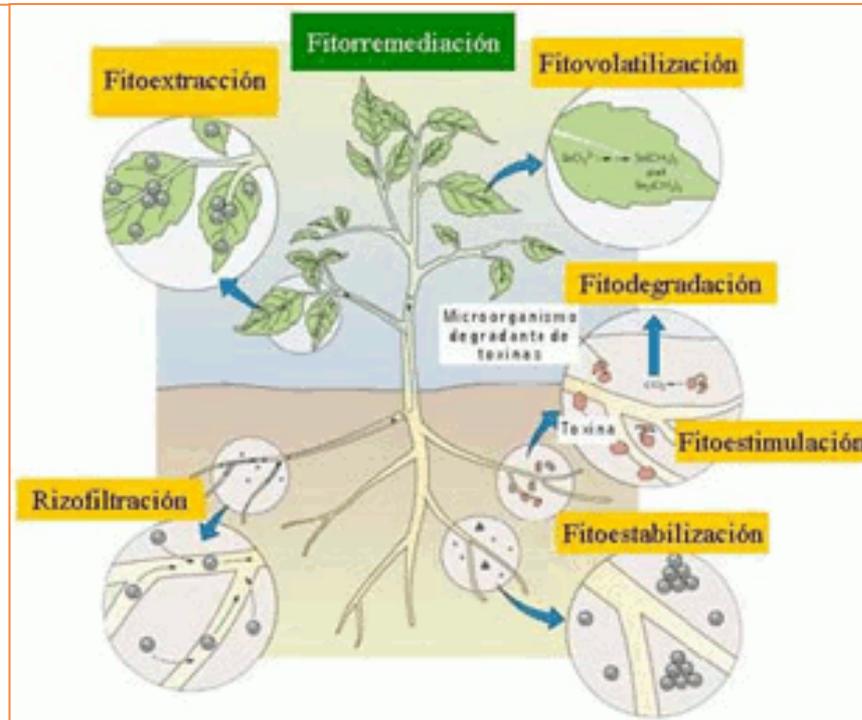
Aguas residuales del Centro comercial Care & Support
en Bathalapalli

Estas aguas tratadas a través de humedales son reutilizadas en riegos para cultivos, contribuyendo de esta forma a la conservación y reutilización de aguas residuales.



Ventajas:

1. Las plantas pueden ser utilizadas como bombas extractoras de bajo costo para depurar aguas contaminadas.
2. Algunos procesos degradativos ocurren en forma más rápida con plantas que con microorganismos.
3. Es un método apropiado para descontaminar superficies grandes o para finalizar la descontaminación de áreas restringidas en plazos largos.
4. Con material vegetal como Pasto Vetiver posee una biodisponibilidad excelente en el manejo de extracción de metales pesados del agua.



Tipo	Proceso Involucrado	Contaminación Tratada
Fitoextracción	Las plantas se usan para concentrar metales en las partes cosechables (hojas y raíces)	Cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio, zinc
Rizofiltración	Las raíces de las plantas se usan para absorber, precipitar y concentrar metales pesados a partir de efluentes líquidos contaminados y degradar compuestos orgánicos	Cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio, zinc isótopos radioactivos, compuestos fenólicos
Fitoestabilización	Las plantas tolerantes a metales se usan para reducir la movilidad de los mismos y evitar el pasaje a napas subterráneas o al aire.	Lagunas de deshecho de yacimientos mineros. Propuesto para fenólicos y compuestos clorados.
Fitoestimulación	Se usan los exudados radiculares para promover el desarrollo de microorganismos degradativos (bacterias y hongos)	Hidrocarburos derivados del petróleo y poliaromáticos, benceno, tolueno, atrazina, etc.
Fitovolatilización	Las plantas captan y modifican metales pesados o compuestos orgánicos y los liberan a la atmósfera con la transpiración.	Mercurio, selenio y solventes clorados (tetraclorometano y triclorometano)
Fitodegradación	Las plantas acuáticas y terrestres captan, almacenan y degradan compuestos orgánicos para dar subproductos menos tóxicos o no tóxicos.	Municiones (<u>TNT</u> , <u>DNT</u> , <u>RDX</u> , nitrobenzeno, nitrotolueno), atrazina, solventes clorados, <u>DDT</u> , pesticidas fosfatados, fenoles y nitrilos, etc.



Funciones de los humedales artificiales

Las actividades humanas han dado y siguen dando origen a varios tipos de humedales de interés para algunas especies vegetales.

- **Procesos de remoción físicos:**

Los humedales artificiales son capaces de proporcionar una alta eficiencia física en la remoción de contaminantes asociado con material particulado.

- **Procesos de remoción biológicos:**

La remoción biológica es quizá el camino más importante para la remoción de contaminantes en los humedales artificiales. Extensamente reconocido para la remoción de contaminantes en los humedales, es la captación de la planta. Los contaminantes que son también formas de nutrientes esenciales para las plantas, tales como nitrato, amonio y fosfato, son tomados fácilmente por las plantas de estos humedales.

- **Procesos de remoción químicos:**

El proceso químico más importante de la remoción de suelos de los humedales artificiales es la absorción, que da lugar a la retención a corto plazo o a la inmovilización a largo plazo de varias clases de contaminantes



Para realizar este sistema se debe implementar un mecanismo de balsas flotantes a las cuales se les siembre la cantidad necesaria de plantas de vetiver, para que absorban mediante sus sistema todos los materiales pesados que llevan las aguas residuales, y que entreguen a los causes de aguas naturales un liquido lo mas altamente descontaminado, que en el proceso con pasto vetiver supera el 95%, según estudios comprobados en Venezuela, India, China, Australia, Mexico y E.E.U.U.

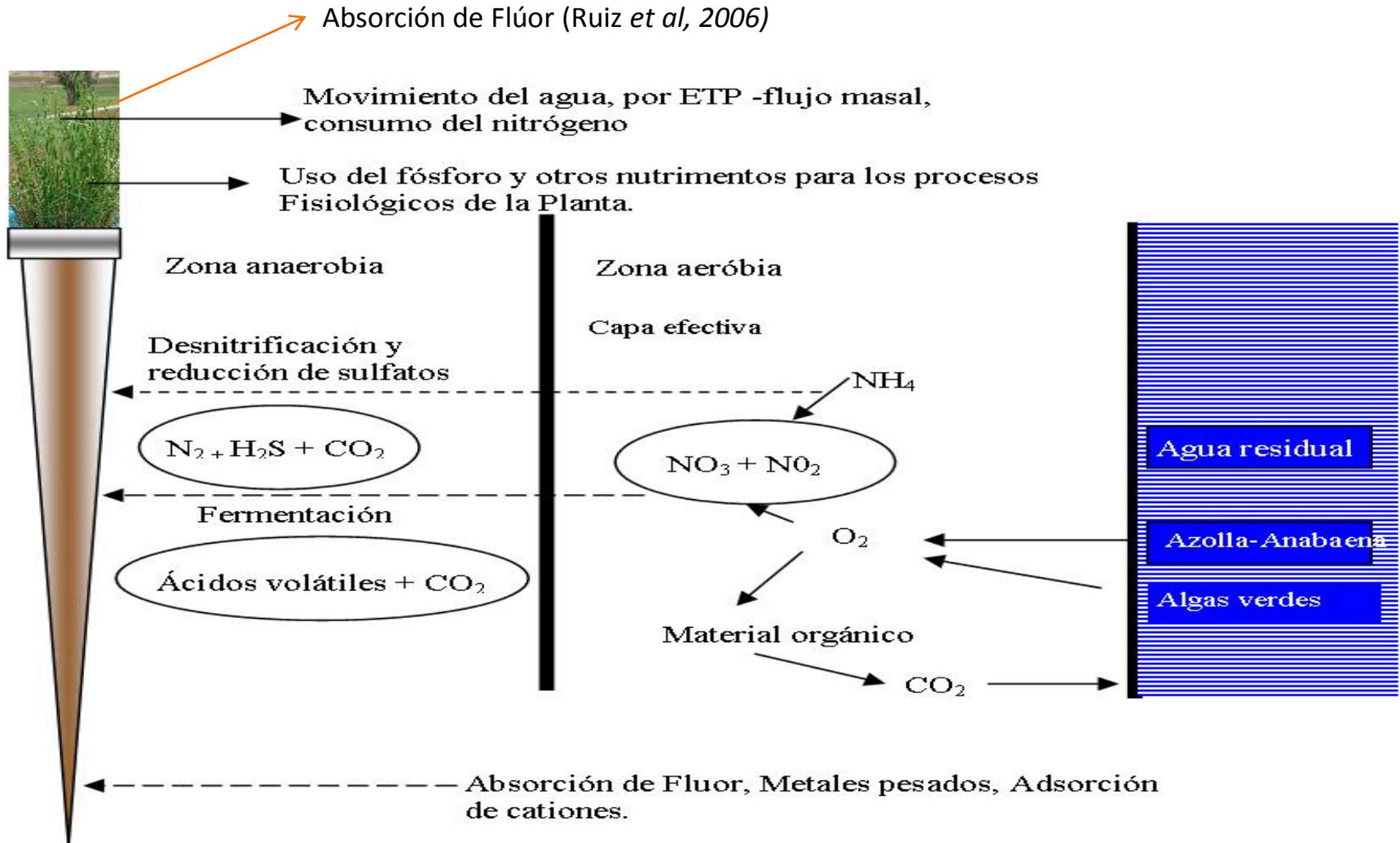


Al vetiver se le ha señalado como una planta que puede eliminar diversas sustancias contaminantes de las aguas, entre ellos algunos macronutrientes tales como el nitrógeno, fósforo y algunos metales pesados: Níquel, Cadmio, Plomo, Mercurio; y recientemente Flúor (Yazmin *et al*, 2006, *el cual se midió en raíces y área foliar para tratar aguas contaminadas con este halógeno*. También se menciona como planta que puede absorber algunos cationes.

La utilización de vetiver *Vetiveria zizanoides (L.) Nash para tratar aguas residuales* es un método de bajo costo y muy eficiente para tratar aguas residuales domésticas e industriales; en investigaciones se ha demostrado que el vetiver bajo condiciones hidropónicas es capaz de bajar el nitrógeno total de 100 mgL⁻¹ a 6 mgL⁻¹ (94 % de eficiencia); el fósforo total de 10 mgL⁻¹ a 1 mgL⁻¹ (90 %), Coliformes fecales ≥ 1.600 org /100 mL a 900 org /100 mL (44 %); E. Coli (%), E. Coli de ≥ 1.600 org /100 mL a 140 org /100 mL (91 %); Oxígeno disuelto de < 1 mgL⁻¹ a 8 mgL⁻¹ (>800); conductividad eléctrica de 928 μ Scm⁻¹ a 468 μ Scm⁻¹; pH 7.3 a 6,0 y puede evapotranspirar 1,1 L/día/cuatro plantas/tambor, todo esto con un tiempo de retención de cuatro días. (Truong *et al*, 2000).

Por otro lado, se ha demostrado el potencial del vetiver, el cual tiene una capacidad de producir hasta 132 t/ha/año de materia seca, biomasa, muy por encima de cualquier otra gramínea. Una capacidad potencial de exportar hasta 1.920 kg/ha/año de nitrógeno y 198 kg/ha/año de fósforo; pero puede crecer con suplencias hasta de 6.000 kg/ha/año nitrógeno combinado con una suplencia de 250 kg de fósforo /ha/año. Esto le comunica a esta planta unas extraordinarias capacidades para eliminar tales nutrientes de aguas contaminadas (Truong *et al*, 2003).





CLAUDIO RUBEN DAZA J
Tec. Ambiental. - Espinal - Tolima
Cel. 3178164341 3203846054

JORGE ENRIQUE DAZA JIMENEZ
Bogotá
Cel: 3163729181

JULIO ESTRADA
Manizales
Cel: 3137309087

OSCAR MARULANDA
Pereira.
Cel: 3127964586

vetivercol@hotmail.com crubendazaj@gmail.com

Calle 9 No. 2 – 33 Espinal – Tolima

DESPACHOS A CUALQUIER PARTE DEL PAIS.

