

FITODEPURACIÓN PARA ZONAS AISLADAS

Las aguas residuales deben considerarse, dentro de la gestión excelente de los residuos, como una materia prima que contiene una serie de productos útiles, como la misma agua, la materia orgánica y algunas sales. En contrapartida puede contener productos perjudiciales que es necesario eliminar. Todos estamos de acuerdo en que es necesario depurar las aguas residuales antes de su vertido.

Los humedales poseen un alto potencial de depuración, gracias al suelo y su flora bacteriana y la vegetación que vive en el humedal. Desde hace años se aprovecha ese potencial para construir sistemas artificiales que depuran las aguas de forma respetuosa con el medio ambiente y no requieren medios energéticos ni personal especializado para su manejo.

Se trata de una depuradora ecológica a base de plantas, recomendada para casas aisladas en el campo o pequeños grupos de viviendas. Con ella conseguimos reutilizar el agua, porque es un bien escaso y no tiene un solo uso.

Actualmente disponemos de muchos métodos para conseguir la depuración, y el trabajo del ingeniero es decidir cual de los múltiples sistemas disponibles es más adecuado para cada caso concreto.

Para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas agrupaciones, ya sean casas aisladas, residencias u hoteles, pequeñas urbanizaciones, campamentos, etc. una buena solución es la creación de humedales artificiales. Con ellos conseguiremos reutilizar el agua, que es un bien escaso y no tiene un solo uso.

Una depuradora ecológica a base de plantas, es un sistema de depuración sencillo, no necesita grandes conocimientos para su utilización, control y mantenimiento. Tiene un bajo consumo energético, ya que no necesita ningún tipo de maquinaria. Es un sistema natural de depuración, con un bajo impacto ambiental, no produce olores ni contaminación de ningún tipo, queda totalmente integrado en el ambiente, alrededor de la cual, crece todo un ecosistema.

FUNCIONAMIENTO DEL HUMEDAL

En este tipo de depuradora se producen fenómenos de tipo biológico (fotosíntesis y crecimiento de plantas y acción de microorganismos y organismos superiores sobre los fangos depositados y contaminantes disueltos), de tipo químico (oxidación y reducción de contaminantes) y físicos (sedimentación de los sólidos en suspensión presentes en el agua, evaporación...).

Las plantas del humedal, favorecen la lenta circulación del agua por el estanque, facilitando la sedimentación de los sólidos en suspensión presentes en el agua. Estas plantas absorben los nutrientes presentes en el agua, fundamentalmente el nitrógeno, fósforo y potasio y oligoelementos como metales.

Es necesario establecer un equilibrio entre las diferentes plantas que utilizamos en el humedal para conseguir un aporte de oxígeno suficiente para la vida de los microorganismos descomponedores que se consigue principalmente por fotosíntesis, lo que implica que deberemos utilizar algas o plantas sumergidas para que el oxígeno desprendido sea puesto fácilmente a disposición de los microorganismos y conseguir una extracción de nitrógeno, fósforo y potasio, principalmente, que entrará a formar parte de los tejidos de las plantas.

Es de suma importancia el equilibrio entre entrada y salida de nutrientes, ya que si se produce un desequilibrio provocará la muerte de algunos especímenes o el crecimiento incontrolado de otros, con posibles problemas de eutrofización.

Eventualmente se introducen organismos superiores, como peces o cangrejos o aparecen otros, insectos, crustáceos, gusanos para favorecer el equilibrio.

La biomasa que se deposita en el fondo del humedal, es la responsable, de la transformación aerobia de los residuos orgánicos, a CO₂ y H₂O, disminuyendo así la DBO del agua. Si en el agua no hay suficiente oxígeno, esta transformación, es anaerobia, generando metano y amoníaco, lo que debe evitarse en el diseño y manejo del humedal. La presencia de cangrejos de agua dulce y gusanos favorece la descomposición de los sedimentos.

En un humedal, la profundidad del agua es un factor importante, en la superficie la temperatura, luz y oxígeno, son más elevados que en el fondo. Por el contrario, en el fondo la concentración de CO₂ es más elevada, y es donde se acumulan todos los sedimentos. Indirectamente, la profundidad determina la superficie disponible, y en función de esta de tienen distintos métodos de depuración (Humedales, lagunajes,...)

El fondo del humedal puede estar constituido de arcillas, grava, roca, arenas o limo. En él se van acumulando sedimentos con la materia orgánica, que se encuentra en distintos estados de descomposición. Todo esto, junto con la cantidad de luz, oxígeno, alimento, temperatura..etc. Crea una nueva situación que provoca la aparición de nuevas especies que se van adaptando a ese nuevo medio, esto implica la generación de nuevos hábitats, y la flora inicialmente introducida es modificada continuamente, de forma que las especies más adaptadas a las condiciones existentes en cada humedal particular acaban siendo hegemónicas. También es importante la fauna, espontánea o introducida que se asienta en el humedal.

La variación de la carga y el caudal de agua, genera variaciones en el flujo de alimento que también afecta a la evolución de las especies. La biomasa del fondo del humedal, se ajusta a los cambios del agua que le llega. Si las condiciones no son las convenientes, algunos microorganismos se pueden inactivar, anulando su actividad.

Si el humedal no está equilibrado, el grosor de los sedimentos que se acumulan en el fondo, va aumentando, lo que supone que cada cierto tiempo hay que retirarlos. Eso desequilibrará el ecosistema.

Los sistemas biológicos tienden a la auto conservación y en condiciones ambientales adversas, como es el caso de los humedales artificiales, donde llegan cargas contaminantes, el sistema intenta alcanzar una situación de estabilidad. Los humedales artificiales, sufren situaciones de estrés, por la llegada de cargas contaminantes, de nutrientes, de sedimentos abundantes y retirada de biomasa, todo esto fuerza al sistema a buscar el equilibrio.

CONSTRUCCIÓN

Las necesidades de terreno se cifran en 2'5 - 9 m² por habitante, siendo la media de unos 5 m² por habitante, con una profundidad de unos 30 cm.

La depuradora ecológica consta principalmente de un estanque al que se canalizan las aguas residuales. Previo al estanque se puede instalar una pequeña presa, o bien un decantador, para que los sólidos en suspensión sedimenten, mejorando así el tratamiento posterior en el estanque. Se intenta, que el agua circule de una balsa a la otra por gravedad, para reducir al máximo el uso de bombas y maquinaria. Los fangos producidos se llevan a una pequeña instalación de vermicompostaje.

El agua, libre de sedimentos, la dirigimos al estanque, que tiene una forma alargada, con ligera pendiente. Si las aguas freáticas se encuentran a menos de unos 10 m, se debe colocar una impermeabilización adecuada en el humedal para evitar la filtración de las aguas contaminadas. En el caso que el nivel freático se encuentre bastante por debajo del humedal, las capas subterráneas, filtran y purifican el agua de forma natural.

La geometría del terreno puede ser cualquiera, así como su pendiente y naturaleza. Las obras a realizar consistirán en eliminar la vegetación existente y efectuar los movimientos de tierras necesarios para garantizar una adecuada permanencia del agua en el humedal.

En el caso de un humedal grande conviene colocar unos cuantos bloques de cemento alrededor y taparlos con piedras. De esta forma, se facilita el acceder al centro del arriate para su mantenimiento sin tener que pisar el fango.

El fondo de este embalse esta cubierto de cieno, donde se colocan plantas acuáticas de diversas especies. Inicialmente en el estanque se colocan plantas, comunes del lugar, para facilitar su adaptación al medio y al clima (cañas, espadañas, juncos, lirios...).

A medida que pase el tiempo, irán apareciendo nuevas especies, que son las que mejor se han adaptado al sistema. Se va creando todo un ecosistema, donde también aparecen animales invertebrados, que contribuyen al proceso de depuración, ya que estos también consumen materia orgánica. Para completar el ecosistema, se pueden añadir anfibios, tortugas y mamíferos, que contribuyen a cerrar el ciclo. Todos estos elementos, ayudan al equilibrio y buen funcionamiento del humedal.

Después de un tiempo de residencia del agua en el humedal, el agua pasa a un depósito, donde se realiza un control de la calidad del agua, y finalmente a un estanque o depósito de almacenaje, para su posterior reutilización. En este último estanque podemos poner también peces que viven en él sin problemas. Toda esta depuradora está estéticamente camuflada como una parte más del jardín. La construcción de la depuradora no resulta costosa y es fácil de hacer.

Uno de los inconvenientes de este sistema es la necesidad de terreno, para poder instalar los depósitos y el estanque. La puesta en marcha de la depuradora, dependerá de la adaptación de las plantas al medio y a las características del agua que alimentamos en el estanque.

Los fangos y sedimentos del fondo del estanque, que se retiran cada cierto tiempo. Para su total aprovechamiento los depositamos en un vermicompostador junto con los residuos de cocina. En el vermicompostador, ponemos lombrices (lombriz roja) que transforman esta materia en un rico abono orgánico que utilizamos en nuestra huerta y jardín.

RESULTADOS

EJEMPLO ZONA DE ACAMPADA 80 PERSONAS. Para una zona de acampada con capacidad para unas 80 personas, el consumo promedio de agua es de 100 L/día· persona. Por lo tanto el afluente es de unos 8 m³/día.

Se estima una DBO₅ de entrada 500 ppm y una DBO₅ de salida de 30 ppm.

Con el caudal de afluente y su carga contaminante, mediante las ecuaciones de diseño, obtenemos una superficie necesaria de 225 m². La altura del humedal es de 30 cm, con un volumen de 68 m³.

En el humedal, hay pérdidas de agua por filtración y por evapotranspiración. La evapotranspiración es la suma de la evaporación del agua en contacto con la atmósfera, y el consumo de agua por la transpiración de las plantas. Hay también una aportación de agua por la lluvia y que debe considerarse al realizar el proyecto

Para esta superficie y una masa de plantas de unos 3 Kg. de plantas/m², al realizar el balance de agua en el humedal, no da caudal de salida. Si lo que se quiere es reutilizar el agua, interesa entonces que haya un efluente. Esto se consigue reduciendo la superficie del humedal o disminuyendo la cantidad de plantas y manteniéndola baja.

Reducimos la superficie a unos 170 m² (volumen 51 m³) y también la cantidad de plantas para disminuir las pérdidas por evaporación y transpiración de las plantas.

Con esos nuevos datos, como entradas al sistema tenemos, el afluente de 8 m³/día y un volumen de precipitación de unos 600 mm/año, que suponen 135 m³/año en la superficie del humedal.

Como salidas tenemos, la pérdida de agua por evaporación 1,6 m³/día; por filtración 0,1 m³/día y por transpiración de 3,2 m³/día.

Realizando el balance de entrada y salidas en el humedal, obtenemos un caudal de salida del humedal de 3,5 m³/día, con un tiempo de residencia del agua en el humedal de 15 días.

En función de las necesidades de cada caso, si se quiere que haya o no salida de agua del humedal, variaremos la superficie, teniendo en cuenta, que el tiempo de residencia sea el suficiente, para que el agua se depure correctamente.

EJEMPLO ZONA RESIDENCIAL 40 CASAS. Para una zona urbanizada con 40 casas, de las cuales, 25 están habitadas durante todo el año, y 15 son de segunda residencia. Con una media de tres personas por vivienda y un consumo medio de 200 L/ persona día.

Para las 25 casas se obtiene un caudal de aguas residuales de 15 m³/día, y para las 15 casas de segunda residencia, el caudal es de 9 m³/día. El diseño se realiza teniendo en cuenta los picos de fines de semana y épocas vacacionales, es decir, para los 24 m³/día. Por lo tanto el sistema quedará sobredimensionado para el resto del año, donde el caudal de entrada al humedal será de 15 m³/día.

Con una carga de DBO₅ de entrada de 60 gr O₂/persona día, obtenemos una carga en el afluente de 300 ppm de DBO₅. Considerando una salida de 30 ppm, obtenemos una superficie de humedal necesaria de 560 m². La altura del humedal es de 30 cm, con un volumen de 168 m³.

Y realizando el balance, en épocas de pleno funcionamiento de la urbanización, no obtendremos efluente, el agua que entra al humedal, se pierde por evapotranspiración y filtración.

Igual que en el caso anterior, si reducimos la superficie a unos 400 m² (120m³) obtenemos un efluente de 8,7 m³/día con un tiempo de residencia de 14 días.

En las épocas, fuera de los picos de consumo, el nivel del humedal puede bajar, debido a la poca agua de entrada en él. Esto afectará al ecosistema, ya que por la falta de alimento y de agua, algunas plantas morirán, pero esto no impide el correcto funcionamiento del humedal ni la depuración del agua, ya que el ecosistema tiende a adaptarse a las nuevas condiciones.

Con todo esto podemos concluir que los humedales como sistemas de depuración de zonas aisladas, donde las aguas residuales no van a ninguna planta de tratamiento, es una buena solución para disminuir la contaminación de esta agua y así reutilizarla para otros usos.

Estos sistemas de depuración, son ecosistemas naturales, que tienden a funcionar por si solos, las plantas, insectos, anfibios, etc. intentan sobrevivir a las condiciones del agua que reciben, adaptándose al medio, alimento y cantidad de agua.

Al diseñar un humedal, es importante tener en cuenta, si se quiere reutilizar el agua del efluente, o simplemente la finalidad es depurar el agua, sin ningún uso posterior. En función de las necesidades, se construirá con una superficie mayor o menor, eso si, siempre teniendo en cuenta que el agua debe permanecer un tiempo mínimo en el humedal para su correcta depuración (quince días).

También son importantes las acumulaciones en el fondo del humedal. Si se acumula mucha cantidad de fangos, el oxígeno disuelto menor y se producirá una descomposición anaerobia de la materia orgánica, esto da lugar a la formación de metano y amoniaco, que perjudica a la biomasa. Es importante ir eliminando estos fangos, para que haya suficiente oxígeno para una descomposición aerobia.

En este tipo de depuradora se producen tres fenómenos, uno biológico (fotosíntesis y crecimiento de plantas), otro químico (reducción de contaminantes) y otro físico (sedimentación de los sólidos en suspensión presentes en el agua).

