

FORESTACIÓN CON AGUAS RESIDUALES TRATADAS:

UNA ALTERNATIVA
PARA TRANSFORMAR
UN PROBLEMA
AMBIENTAL EN UN
RECURSO VALIOSO

Es una práctica utilizada en varios países del mundo que presenta dos ventajas fundamentales: por un lado, evita problemas de contaminación en lagos y ríos. Por otro, permite aprovechar recursos naturales renovables

La contaminación de las aguas del río Negro (y sus ríos tributarios Neuquén y Limay) no es privativa de una localidad en particular. Desde sus nacientes y hasta su desembocadura, los vertidos de contaminantes son usuales, como si la capacidad de auto-depuración del río fuera infinita. El vertido de líquidos cloacales sin depurar resulta muy frecuente, en general porque las plantas depuradoras están superadas por el creciente volumen de agua a tratar.

De hecho, ya se han manifestado las primeras consecuencias, como lo son el incremento en el costo del tratamiento potabilizador de aguas para consumo humano y las prohibiciones sobre el uso recreativo en ciertos sectores del río¹.

En nuestra región, el sistema de tratamiento de aguas residuales urbanas más usado es el de las "lagunas de estabilización". Consiste en una estructura simple para contener aguas residuales con el objeto de mejorar sus características sanitarias. Las lagunas de estabilización se construyen de poca profundidad (2 a 4 metros), con períodos de retención de varios días, y se disponen en series de dos o tres lagunas vinculadas.

¹ AIC, 2006.



Las aguas residuales urbanas contienen grandes cantidades de materia orgánica biodegradable (carbohidratos, lípidos y proteínas) y variados microorganismos (bacterias, virus, protozoos). Cuando llegan a las lagunas mencionadas se genera un proceso conocido como de autodepuración o estabilización natural, en el que ocurren fenómenos de tipo físico, químico, bioquímico y biológico mediante los cuales la materia orgánica se degrada a formas más simples.

Los parámetros usuales para evaluar el comportamiento de las lagunas de estabilización de aguas residuales y la calidad de sus efluentes son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que caracteriza a la carga orgánica, y el número más probable de coliformes fecales (NMP CF/100ml), propio de la contaminación microbiológica².

El adecuado rendimiento de las lagunas de estabilización depende de factores externos como la temperatura, la radiación solar y el volumen de agua ingresado diariamente.

El volumen de los efluentes varía mucho durante el año. En algunos meses los tiempos de retención son suficientes y en otros se encuentran por debajo del nivel mínimo requerido (para conservar la eficiencia en la depuración).

Por su alta sensibilidad a fluctuaciones de un número elevado de factores que escapan al control del operador (volumen influente, carga de materia orgánica, condiciones climáticas desfavorables, etc.) el sistema de lagunas de estabilización tiene serias dificultades para mantener los parámetros de depuración exigidos por la ley.

Por lo tanto, es necesario un tratamiento complementario que permita controlar potenciales deficiencias temporales en su funcionamiento. En este sentido, la forestación con aguas residuales urbanas tratadas es una alternativa válida que se logra a través de los llamados “filtros verdes”.

² Suematsu, 1995



LOS FILTROS VERDES FORESTALES SE DESTACAN POR DISTINTOS ASPECTOS. DESDE EL PUNTO DE VISTA SANITARIO, EL MÍNIMO CONTACTO DE LAS AGUAS RESIDUALES CON TRABAJADORES; DESDE LO AMBIENTAL, EL GRAN CONSUMO DE AGUA Y NUTRIENTES POR UNIDAD DE SUPERFICIE, Y DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONÓMICO, LA POSIBILIDAD DE RECUPERAR COSTOS MEDIANTE LA COMERCIALIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS FORESTALES OBTENIDOS



¿Qué son los filtros verdes?

Son sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales por aplicación al suelo. Están conformados por una superficie de terreno sobre la que se plantan especies vegetales y a las que se aplica periódicamente agua residual mediante algún método de riego³. La variedad de especies que se han identificado para estos fines es muy amplia, y abarca desde cultivos anuales y forrajeros hasta cultivos frutícolas o forestales.

El tratamiento del agua residual en un filtro verde se realiza mediante procesos físicos, químicos y biológicos naturales que se desarrollan en el ecosistema suelo-cultivo-agua, siendo capaces de eliminar casi todos los contaminantes del agua residual (por ejemplo, sólidos suspendidos, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, elementos traza y microorganismos)⁴.

Sus ventajas son la regeneración del agua depurada, la producción de madera, la reutilización del recurso (en riegos y recarga de acuíferos). Además, producen un impacto visual positivo⁵.

En el caso de los filtros verdes forestales:

- Se puede alimentar a cultivos que demandan una gran cantidad de agua y nutrientes (por ejemplo, álamo, sauce).
- La necesidad de labores culturales es menor que en la actividad frutícola y hortícola y el riesgo de exposición de personas a elementos o microorganismos potencialmente peligrosos es más bajo.
- Disminuye el nivel de pre-tratamiento necesario para el agua residual.
- El producto obtenido posee valor comercial o bien puede utilizarse para la producción de energía (leña, pellets).

³ de Bustamante et al; 2009.

⁴ Álvarez Vega; 2002.

⁵ de Bustamante et al; 2009.



Elección del lugar para su instalación

Para su correcto funcionamiento desde el punto de vista agronómico y ambiental deben tenerse en cuenta la evaluación del sitio de emplazamiento, la selección del cultivo, el tratamiento de las aguas residuales antes del riego y la elección del sistema de riego.

Este factor es muy importante para prevenir la contaminación de aguas superficiales o subterráneas y evitar molestias a los vecinos. Los aspectos más importantes a considerar son la permeabilidad del suelo, la profundidad de las aguas subterráneas (napa freática) y la presencia cercana de captaciones de aguas.

Dado que el principal trabajo de depuración y filtración ocurre en el suelo, es necesario realizar un estudio previo del sitio para conocer y caracterizar su textura, horizontes, capacidad de infiltración, contenido de materia orgánica y sales.

Selección del cultivo

La selección del cultivo es fundamental para lograr el objetivo ambiental del filtro verde, es decir, maximizar el consumo de agua y nutrientes y minimizar los riesgos sanitarios para evitar el contacto de personas con aguas residuales.

Las forestaciones en alta densidad (5.000 a 15.000 plantas por ha) con especies de rápido crecimiento son una alternativa que cumple con todos los requisitos. Las especies más adecuadas para este propósito son los álamos (*Populus* spp.) y los sauces (*Salix* spp.), ya que poseen altas tasas de acumulación anual de biomasa, se adaptan a una amplia variedad de condiciones de suelo y clima, se propagan fácilmente y tienen una elevada capacidad de rebrote³.

En nuestra región se encuentran ampliamente difundidos varios clones de álamo híbrido (*P. x canadensis*), de rápido crecimiento, entre los que se destacan 'I-214', 'I-488', 'Conti 12' y 'Guardi'. También podría ser posible la utilización de eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), aunque aún no se ha evaluado su comportamiento a nivel local.

Entre los dos y cuatro años de la plantación ya se está en condiciones de cosechar, de acuerdo con el crecimiento obtenido. A esto se lo denomina corta rotación (*short rotation woody crops*). La madera obtenida

puede ser astillada y luego compactada en cilindros o briquetas, denominados "pellets". Estos se usan para producir energía calórica (similar a la leña, pero con mejores rendimientos) en hogares rurales o energía eléctrica o mecánica, utilizando generadores térmicos o gasificadores de biomasa, respectivamente.

Tratamiento previo del agua

La aplicación directa de aguas residuales en los cultivos es una práctica prohibida por la legislación sanitaria y ambiental. Para evitar riesgos es imprescindible realizar un pretratamiento del agua residual. En los cultivos no comestibles se necesita un tratamiento primario de sedimentación de al menos dos días, con el objetivo de disminuir la presencia de sólidos y materia en suspensión. Asimismo, se deberán efectuar análisis periódicos del agua residual para conocer las variaciones de su composición y el riesgo asociado al cultivo en caso de detectar altas concentraciones de elementos peligrosos (metales pesados, hidrocarburos, aceites, etc).

Sistema de riego

En general, se utilizan sistemas de riego por surco, que se protegen del contacto humano con tubos superficiales perforados. Existen también experiencias que han optado por el riego por goteo. No obstante, su operación resulta compleja debido a las frecuentes obturaciones sufridas por los goteros, por el alto contenido de sólidos suspendidos que posee el agua residual urbana.

Es fundamental construir un sistema de drenaje que minimice el riesgo de contaminación de cuerpos de aguas superficiales o subterráneas. Asimismo, se aconseja contar con puntos de muestreo de aguas subterráneas para monitorear el correcto desempeño del sistema.

A modo de conclusión

Para finalizar, es importante destacar que el objetivo del proyecto de filtros verdes es principalmente de salud ambiental, porque previene la contaminación de los cursos de agua. Por este motivo, el manejo prolijo de los volúmenes de agua aplicados es clave, en función de adecuarlos a los requerimientos de las plantas (evapotranspiración) y así evitar los excesos que permiten la migración de elementos contaminantes a los cuerpos de agua superficiales o subterráneos adyacentes al filtro verde.

³ Baettig et al, 2010

EXPERIENCIAS PROMETEDORAS

A NIVEL MUNDIAL EXISTEN CASOS EXITOSOS, PRINCIPALMENTE EN SUECIA, GRECIA, ESPAÑA AUSTRALIA Y ESTADOS UNIDOS. ENTRE ELLAS VALE DESTACAR LA DE ENKÖPING (SUECIA), UN PUEBLO DE 20 MIL HABITANTES QUE RECICLA EL AGUA DE SU PLANTA DE TRATAMIENTO. LAS AGUAS RESIDUALES RICAS EN NITRÓGENO PROVENIENTES DEL DESHIDRATADO DE LOS LODOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD SON USADAS PARA REGAR 75 HECTÁREAS FORESTADAS CON SAUCES, CON UNA DENSIDAD DE 15 MIL PLANTAS POR HECTÁREA. LA MADERA PRODUCIDA SE COSECHA CADA DOS O TRES AÑOS Y ES UTILIZADA POR LA PLANTA ENERGÉTICA LOCAL, QUE ABASTECE EL 50% DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y EL 100% DE LA CALEFACCIÓN DE LA LOCALIDAD. DE ESTE TOTAL, EL 20% SE CUBRE CON LOS BIOCOMBUSTIBLES PROVENIENTES DE LOS SAUCES DE LA PLANTACIÓN REGADA CON AGUAS RESIDUALES TRATADAS (BIOPROS, 2008).

DE ESE MODO, LAS AGUAS RESIDUALES SON DEPURADAS ANTES DE ENTRAR EN CUERPOS DE AGUA PRÓXIMOS, DADO QUE LA PLANTACIÓN ACTÚA COMO FILTRO VERDE, Y SE APORTA, ADEMÁS, UN VALIOSO RECURSO BIOENERGÉTICO.

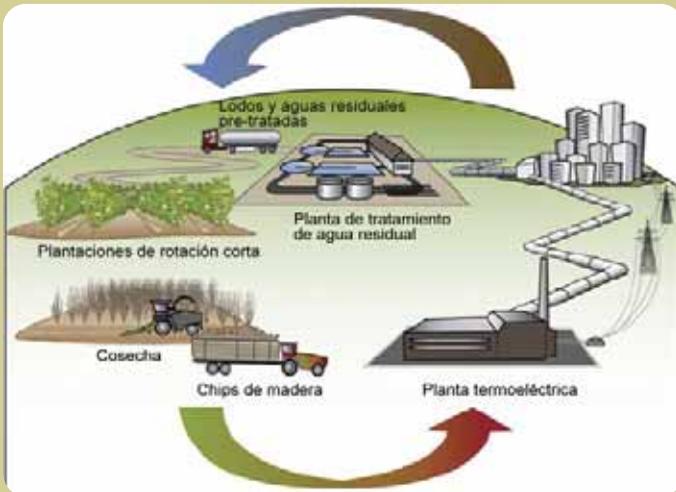
QUIZÁS SEA DIFÍCIL DE IMAGINAR A CORTO PLAZO, PERO UN SISTEMA COMO EL DE ENKÖPING ES POSIBLE, Y HOY DÍA EXISTEN ALTERNATIVAS SIMILARES EN LA REGIÓN, QUE PUEDEN AYUDAR A CONSTRUIR EL CAMINO HACIA ESE OBJETIVO. ENTRE ELLAS SE DESTACAN NUEVOS EMPRENDIMIENTOS QUE DESARROLLAN PROCESOS DE PELLETIZACIÓN ACCESIBLES, LOS CUALES PUEDEN COLABORAR EN EL AGREGADO DE VALOR DE LA BIOMASA OBTENIDA EN LOS FILTROS VERDES. ADEMÁS, YA EXISTEN INICIATIVAS Y PROYECTOS INTERESANTES DE USO REGULADO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS TRATADAS EN LAS LOCALIDADES DE PUERTO MADRYN (CHUBUT) Y PLAZA HUINCUL-CUTRAL-CO (NEUQUÉN). ☼

**ATMÓSFERA
CONTROLADA
DINÁMICA**

nueva tecnología para el
control absoluto de la escaldadura superficial
sin utilizar agentes químicos

STAHL
INGENIERIA

Chula Vista 1155 Gral. Roca R.N.
tel. fax 02941-430899 - 429229
ingenieria@stahlingenieria.com.ar



Esquema de Enköping

Bibliografía

- Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro. Unidad de Gestión de Calidad del Agua (2006). "Calidad del Agua del Río Negro, años 2001 al 2006". AIC. Argentina.
- Álvarez Vega F. (2002). "Filtros Verdes. Un sistema de depuración ecológico". Ingeniería Hidráulica y ambiental Vol. XXII No.1, 2002. Cuba.
- BIOPROS. (2008). "Plantaciones de periodos cortos de rotación. Guías para la producción eficiente de la biomasa después de la aplicación de aguas y lodos residuales". Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas. En: <http://www.biopros.info>. Suecia.
- Baettig P. R., Yáñez A. M., Alborno A. M. (2010). Cultivos dendroenergéticos de híbridos de álamo para la obtención de biocombustibles en Chile: estado del arte. Bosque (Valdivia). Vol.31, n.2, pp. 89-99.
- De Bustamante Gutiérrez, I., Lillo Ramos, J (2009). "Adaptación de los filtros verdes: de estaciones depuradoras de agua (EDAR) a estaciones de regeneración y reutilización de aguas depuradas (ERRAD)" Universidad de Alcalá. Departamento de geología. Alcalá de Henares (Madrid). España.
- Fuentes D., Romagnoli S. (2008). "Uso de aguas servidas tratadas para el cultivo de plantaciones forestales maderables en la localidad de Fernández Oro.(Provincia de Río Negro). Estudio de factibilidad Técnico, Económico y Ambiental". Universidad Blas Pascal. Argentina.
- Suematsu G.(1.995). "Aspectos generales y principios básicos de los sistemas de lagunas de estabilización". Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).OPS-OMS. Colombia.



Plantas Frutales



RESERVE CON ANTICIPACION

Haga su pedido

(0299) 477-0916

(0299) 154099010

(0299) 155817643

MANZANOS
PERALES
NECTARINES
ALMENDROS
DAMASCOS
MEMBRILLEROS
DURAZNEROS
CIRUELOS
CEREZOS

0810-333-9870

EQUIVALE A UNA LLAMADA LOCAL DESDE CUALQUIER PUNTO DEL PAIS

VIVERO DE PLANTAS FRUTALES Y ROSALES

HIBRIDADORES O EMPRESAS INTERNACIONALES REPRESENTADAS: AMERICA (CHILE, BRASIL, USA), EUROPA (ITALIA, FRANCIA, BELGICA, INGLATERRA, CHECOSLOVAQUIA), AFRICA (SUDÁFRICA), OCEANIA (AUSTRALIA, NUEVA ZELANDA)

CASILLA DE CORREO 31 | RUTA 151 KM 3,4
(CP 8324) CIPOLLETTI | RN ARGENTINA

juanjose@larsa.com.ar o rodrigo@larsa.com.ar

www.larsa.com.ar