



Editorial de la Universidad
Tecnológica Nacional

REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

Seminario AGUA

Profesor: Dr. Roberto Rodríguez

ALUMNOS:

D'Elmar Daniel
García Marcelo
Heguilén María Gabriella
Rossi, Claudia



**Especialización y Maestría en Ingeniería Ambiental
Facultad Regional Bahía Blanca
Universidad Tecnológica Nacional - U.T.N.**

Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional - U.T.N. - Argentina
edUTecNe

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

Objeto del trabajo – Planteamiento del problema

Definición de agua residual

Introducción al tratamiento doméstico de las aguas servidas

Modelo de reuso del agua

Legislación acerca de la posibilidad de reutilización de aguas

Diseño general de sistema para reuso de aguas grises

Proyecto de complejo multifamiliar

Alternativa de tratamiento por medio de plantas acuáticas

Resultados de algunos estudios con plantas acuáticas

Riego para el jardín

Desventajas de la implementación de sistemas de reuso de aguas grises

Conclusiones

Anexo: detalles constructivos

Objeto del trabajo

Planteamiento del problema:

La reutilización del agua es un fenómeno que se produce en el planeta desde que los seres vivos existen sobre él, lo cual se conoce como el Ciclo Hidrológico. El agua evapotranspirada por las plantas se acumula en la atmósfera en forma de vapor de agua, desde donde cae posteriormente sobre el suelo en forma de lluvia, para ser utilizada de nuevo por otros seres vivos. Se estima aproximadamente que en el ciclo del agua, ésta experimenta de 5 a 6 usos antes de evaporarse en el follaje, la tierra, los ríos, lagos y el océano donde se cierra el ciclo hidrológico. En definitiva, la recuperación del agua no es más que una manifestación del proceso cíclico continuo que experimentan los recursos naturales del planeta.

Junto a esta forma de reutilización del agua, denominada incidental o fortuita, ha surgido durante las últimas décadas un enorme interés por la reutilización planificada del agua. Por reutilización planificada o directa se entiende la utilización para un nuevo empleo las aguas procedentes de un uso previo, sin mediar para ello el vertido en un cauce natural. De este modo, un agua empleada es sometida a un tratamiento que le permita alcanzar cierta calidad antes de ser enviada a otra zona para ser aprovechada de nuevo en un uso adicional.

Es importante destacar que la reutilización planificada ha alcanzado un gran desarrollo no sólo en países con una escasez tradicional de recursos hídricos, sino especialmente en países con grandes recursos hidráulicos y con un elevado nivel de vida. Los altos incrementos de la demanda de agua, con frecuencia en lugares donde son escasos los recursos hídricos, han motivado a dirigirse hacia los efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) como una fuente alternativa de recursos hídricos. Una vez sometidos a un proceso adecuado de regeneración, estos efluentes son reutilizados para riego agrícola y de jardinería, para refrigeración industrial, para recuperación ambiental y para recarga de acuíferos, entre otros usos.

En nuestro país existen ejemplos de este tipo de metodología, aunque no están generalizados y no son promovidos desde el estado, algunos de estos ejemplos consisten en proyecto piloto realizado en Pico Truncado (Santa Cruz) para uso de riego con goteo con aguas servidas, así mismo El Instituto Argentino de Permacultura (IAP) desarrolló en la ecovilla GAIA (ubicada en Navarro, Pcia. de Buenos Aires) un tratamiento sencillo para la disposición de estas aguas residuales. Para ello se diseñó un sistema que filtra naturalmente las aguas usadas mientras que aprovecha la capacidad de asimilación de las plantas evitando que se produzcan lodos contaminados.

En este trabajo se propone implementar un sistema de reutilización de aguas residuales doméstica, en donde el agua generada de duchas, lavamanos y lavarropas y pileta de cocina sirvan para abastecer el tanque del inodoro y o sean utilizadas para el riego del jardín

Definición de agua residual

Se denomina aguas servidas a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua. Se les llama también aguas residuales, aguas negras o aguas cloacales.

Son residuales pues, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente tienen.

Algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales.

En todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno.

Introducción al tratamiento doméstico de las aguas servidas

Las aguas de desecho se pueden dividir en dos grupos principales: las aguas grises y las aguas negras. Ambas demandan tratamientos diferenciales. Las primeras que provienen de la limpieza de vajilla, ropa y aseo personal (ducha, baños de inmersión, etc.), tienen comúnmente un alto contenido de productos químicos difíciles de degradar como por ejemplo los fosfatos y clorados que son contrarios a la vida.

Las aguas negras, en cambio, no tienen tantos productos químicos y son apropiadas para obtener a partir de ellas todo tipo de abonos y subproductos, entre ellos, agua reciclada. Una alternativa de tratamiento de las deposiciones humanas es la incorporación de un inodoro productor de compost. Este no consume agua, contribuye a nutrir el suelo y es práctico y limpio. En este trabajo describiremos posibles sistemas que permiten purificar las aguas grises

CARACTERISTICAS DE AGUAS GRISES

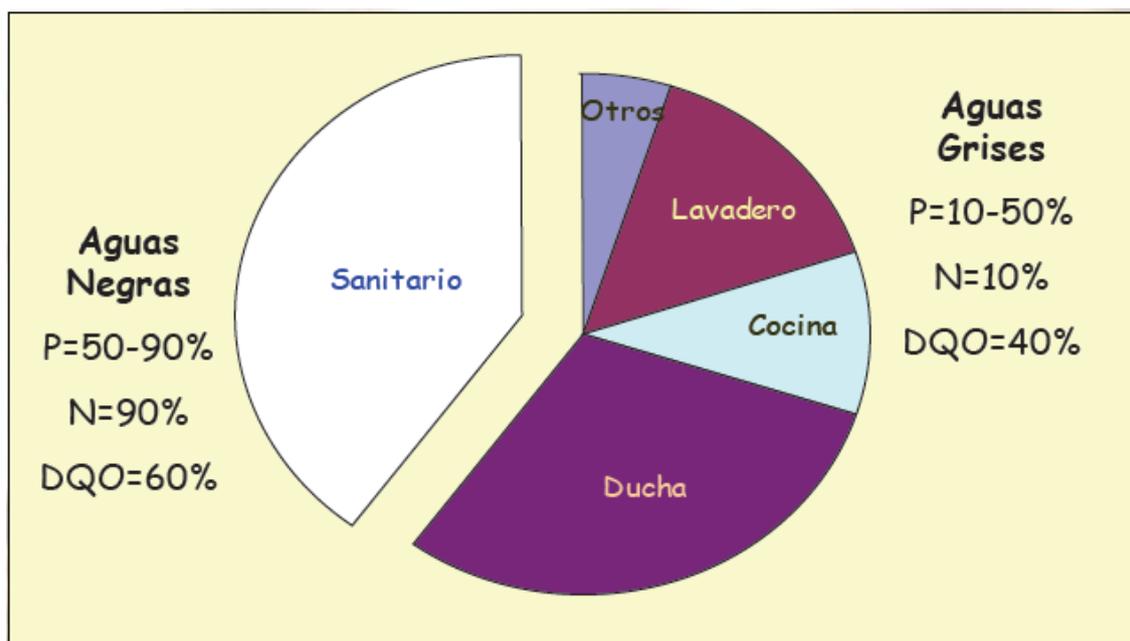
Las aguas grises son aquellas que salen por los desagües de bañeras, lavamanos, piletas de la cocina, lavavajillas o lavadoras, y que, con un tratamiento sencillo, pueden ser reutilizadas.

El uso más común es en las cisternas de los inodoros, que no requieren aguas de gran calidad, aunque también se emplean para el riego de zonas verdes o en la limpieza de exteriores.

Reutilizando aguas grises para las cisternas se estarían ahorrando en torno a 50 litros por persona y día que, para una familia media de 4 personas, supondría un ahorro de unos 200 l/día, es decir, entre un 24 % y un 27 % del consumo diario de la vivienda. Si este sistema se implanta en hoteles o instalaciones deportivas, estaríamos hablando de cifras aún más importantes, en torno al 30% de ahorro.

Origen	Contenido	Observaciones
Ducha/tina	<i>Jabón, shampoo, algunas grasas y bacterias</i>	-
Fregadero/lavaplatos	<i>Materia orgánica, nutrientes, sólidos, detergente y altos niveles de grasa y aceite.</i>	<i>Normalmente necesita pre-tratamiento.</i>
Lavadero/lavadora	<i>Altas concentraciones de detergentes y regulares de químicos como cloro, además de pelusa.</i>	<i>El lavado de pañales puede elevar drásticamente los niveles de patógenos</i>
Lavamanos	<i>Jabones, pasta de dientes y otros productos de higiene.</i>	-
Sanitario	<i>Altas cantidades de patógenos y materia orgánica.</i>	NO DEBE INTEGRARSE A UN SISTEMA DE AGUAS GRISES!

El 65% del agua que entra al hogar se convierte en aguas grises



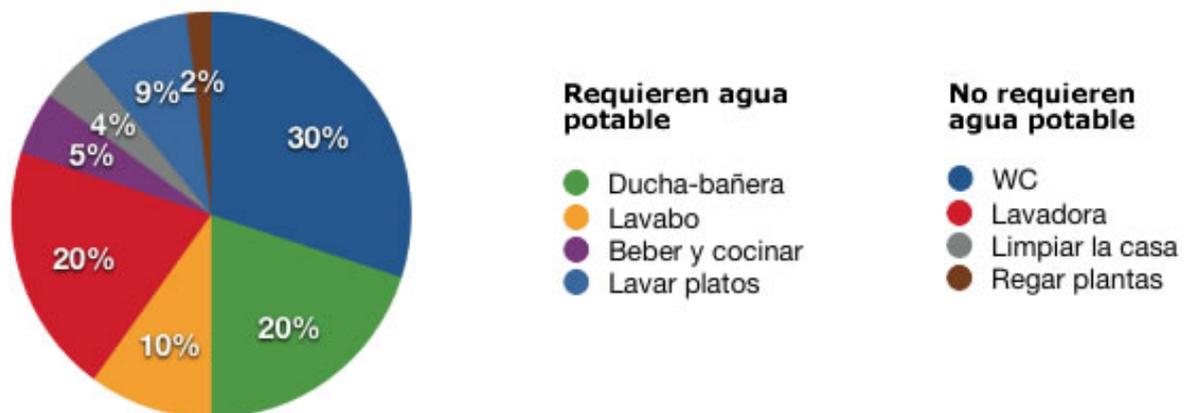
Modelo de reuso del agua

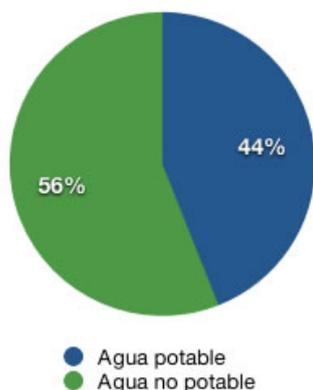
La idea de la reutilización convierte el gasto en tratamientos en una inversión productiva, pues en lugar de desechar el agua residual, es posible retornar al proceso productivo una fracción del agua residual tratada para que sea acondicionada apropiadamente para su reutilización. Este hecho tiene un efecto benéfico desde el punto de vista del consumo de agua potable. Al reusar agua residual tratada, las necesidades de entrada al proceso disminuyen y, por lo tanto, también la cantidad descargada. Esto trae consigo una cadena de ahorros derivados de varios hechos: primero, por estar consumiendo menos agua del servicio municipal; segundo, por disminuir el gasto de tratamiento (generalmente proporcional al volumen de agua); tercero, por la disminución en el tamaño del tratamiento final para descarga y, por último, por la posibilidad de utilizar el agua para otros usos o usuarios (García, 1982).

Aunque es necesario encontrar la tecnología apropiada que alcance el nivel de eficiencia requerido, es posible, en la mayoría de los casos, encontrar esquemas de tratamiento orientados al reuso que sean rentables, en los cuales se logren ahorros considerables por un menor consumo de agua fresca. En la medida que la tecnología avance y los precios reales del agua se incrementen con el tiempo, el esquema de reutilización se volverá cada vez más atractivo, según García (1982).

La reutilización, la depuración mediante cadenas tróficas y el retorno al medio ambiente en óptimas condiciones son los principios que rigen la gestión del agua en la bioconstrucción.

Se puede observar que más de la mitad del agua que se utiliza en las viviendas puede proceder de agua reutilizada. Evidentemente, esta agua reutilizada necesita una cierta depuración para extraer las grasas o partículas que pueda tener, pero no es necesario que esté en el mismo estado de potabilidad que el agua de beber.





DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUAS GRISES

En general, las aguas de desecho contienen menos del 0.1% de materias sólidas, gran parte de dicha agua es procedente del baño o de la lavandería y, por encima contiene basuras, papeles, trapos, pedazos de madera y heces fecales

El sistema de reutilización de aguas grises consiste en conducir por medio de la red de drenaje con tubería de PVC, las aguas residuales procedentes de cocina con restos de alimentos y materia orgánica hacia una trampa de grasa la cual elimina las grasas, que tienden a formar grasas, tapar las rejillas fijas, obstruir los filtros. El periodo de detención varía de 5 a 15 minutos. Unos dos miligramos por litro de cloro aumenta la eficacia de la eliminación de la grasa (Merritt, Loftin y Ricketts, 1999).

A la vez la tubería procedente de lavadoras, bañeras y duchas con detergentes y la que viene de la trampa de grasa es conducida hacia el depósito acumulador donde servirá para abastecer los tanques de los inodoros. En la red de tuberías de drenaje, según Merritt et al. (1999), no se deben usar tuberías de un diámetro menor de 4 pulgadas debido a la posibilidad de obstrucciones. La colocación de los tubos se hace, por lo general, con cierta pendiente la cual no debe de ser menor al 2%.

Las juntas entre los tramos de las tuberías se realizan, por lo general, con una junta plástica o empaque. Se prefieren tipos de juntas elásticas a las rígidas, pues estas últimas pueden agrietarse a causa del asentamiento diferencial (Merritt et al., 1999).

DATOS DE AGUAS GRISES A TRATAR

MUESTRA EXTRAIDA DE LAVARROPAS (Bahía Blanca)

PH	9,82
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	3,2
SALES	0,20%
DBO	98 PPM
DQO	728 PPM

Se puede observar en esta muestra un contenido de alto de sales
Un pH de características básicas

Es importante el análisis del agua gris que se pretende utilizar específicamente en la zona donde se pretende implementar el sistema de esta manera se podrá seleccionar el equipamiento mas adecuado

LEGISLACIÓN ACERCA DE LA POSIBILIDAD DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

En nuestro país no existe legislación respecto del reuso de aguas grises, y por lo tanto tampoco parámetros que debería cumplir un agua para reuso

Analizada la situación en otros países se determinó que en general el empleo principal es el riego agrícola. Esto conlleva muchas veces, si no existen controles adecuados, los consiguientes problemas de salud tanto en agricultores como en consumidores de los productos regados. Además, el empleo de agua para riego provoca en diversas regiones la recarga del acuífero lo que a largo plazo es otra fuente de reuso de agua no directo y no intencional para diversos fines, como lo es el consumo humano. Por esto es importante que la política hidráulica del país reconozca la importancia del reuso del agua y la integre como una estrategia tanto para contar con más recursos hídricos como para proteger y sanear el ambiente.

A modo de ejemplo se cita parte del contenido del Real Decreto de España al respecto del reuso de agua

REAL DECRETO ESPAÑA

1.- USO URBANO	
1.1	Residencial: riego jardines privados, sanitarios
1.2	Servicios: riego zonas verdes, limpieza calles, incendios, lavado industrial de vehículos
2.- USO AGRICOLA	
2.1	Riego cultivos de productos comestibles en fresco para la alimentación humana
2.2	Productos de consumo humano no fresco, consumo animales productores, acuicultura
2.3	Cultivos leñosos, flores ornamentales, viveros, cultivos industriales no alimentarios
3.- USO INDUSTRIAL	
3.1	Aguas de proceso y limpieza, otros usos industriales
3.2	Torres de refrigeración y condensadores evaporativos
4.- USO RECREATIVO	
4.1	Riego campos de golf
4.2	Estanques, caudales circulantes con acceso al público prohibido
5.- USO AMBIENTAL	
5.1	Recarga de acuíferos por percolación
5.2	Recarga de acuíferos por inyección directa
5.3	Riego de bosques, zonas verdes no accesibles al público, silvicultura
5.4	Otros usos: mantenimiento de humedales, caudales mínimos

Se prohíbe la reutilización de aguas para los siguientes usos:

- a) Para el consumo humano, salvo situaciones de declaración de catástrofe en las que la autoridad sanitaria especificará los niveles de calidad exigidos a dichas aguas y los usos.
- b) Para los usos propios de la industria alimentaria, tal y como se determina en el artículo 2.1 b) del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, salvo lo dispuesto en el Anexo I.A.3.calidad 3.1c) para el uso de aguas de proceso y limpieza en la industria alimentaria.
- c) Para uso en instalaciones hospitalarias y otros usos similares.
- d) Para el cultivo de moluscos filtradores en acuicultura.
- e) Para el uso recreativo como agua de baño.
- f) Para el uso en torres de refrigeración y condensadores evaporativos, excepto lo previsto para uso industrial en el Anexo I.A.3.calidad 3.2.
- g) Para el uso en fuentes y láminas ornamentales en espacios públicos o interiores de edificios públicos.
- h) Para cualquier otro uso que la autoridad sanitaria considere un riesgo para la salud de las personas.

PROYECTO DE COMPLEJO MULTIFAMILIAR

Objeto del estudio

Reutilizar las aguas de ducha, lavatorio, pileta de cocina y lavadero; e incorporarlas al sistema de riego y como agua para el inodoro.

- ✓ Estimar costos de la instalación en comparación con el complejo de departamentos
- ✓ Estimar la cantidad de agua reutilizada
- ✓ Estimar la diferencia de descarga a la cloaca
- ✓ Estimar los costos de mantenimiento y electricidad

Memoria descriptiva del complejo de departamentos

Se trata de un complejo de 14 Dúplex dispuestos de manera tal que en el centro del emprendimiento se realiza un pequeño boulevard el cual recibirá los tanques de reserva, la cámara séptica y demás elementos necesarios para el objeto del proyecto

Descripción del sistema - Funcionamiento

El sistema a utilizar es de sencilla construcción y mantenimiento, consta de:

Cámaras desgrasadoras o separadoras de grasas: 14 (una en cada departamento)

Cámaras de inspección: 5

Cámara séptica: 1

Tanques cisterna de 1000 lts: 3

Tanques de reserva de 500 lts: 14 (uno en cada departamento)

Bombas de agua: 4 (dos en reserva)

Conjunto de electroválvulas y flotantes eléctricos: 14 (un por cada departamento)

Desinfección de agua mediante radiación U.V. para la esterilización de pequeños y medianos caudales - 6,4 m³/h de caudal nominal - 10 m³/h de caudal máximo - 1" M de conexión - 102 W de potencia



El funcionamiento es sencillo: las aguas de descarga de los artefactos anteriormente señalados serán conducidas hasta una cámara separadora de grasas, la cual deberá limpiarse periódicamente; luego las aguas así desgrasadas, serán conducidas hasta una cámara séptica, en la cual se producirá la reducción de la materia orgánica presente y se decantará los sólidos más pesados

Una vez ingresada el agua en los tanques cisterna (de 1000 lts subterráneos, total almacenado 3000 lts), una parte será bombeada a los tanques de reserva adicionales (de 500 lts) instalados en la cubierta de cada departamento, del cual serán alimentados los inodoros de las viviendas; y otra será reutilizada para riego dentro del complejo.

Estimación de consumo – Dimensionamiento del sistema

El consumo medio para una familia tipo (cuatro integrantes) está reflejada en la siguiente tabla, distinguiéndose invierno y verano

PROMEDIO CONSUMO DE AGUA		
Los consumos promedio de agua potable, por día, en familias de 4 integrantes, en invierno y verano, son los siguientes:		
Uso	Invierno	Verano
Duchas	250 litros	350 litros
Aseo lavatorio	50 litros	60 litros
Descarga WC	300 litros	300 litros
Preparación comidas y lavado de vajilla	80 litros	90 litros
Lavado general	150 litros	185 litros
Riego	70 litros	165 litros

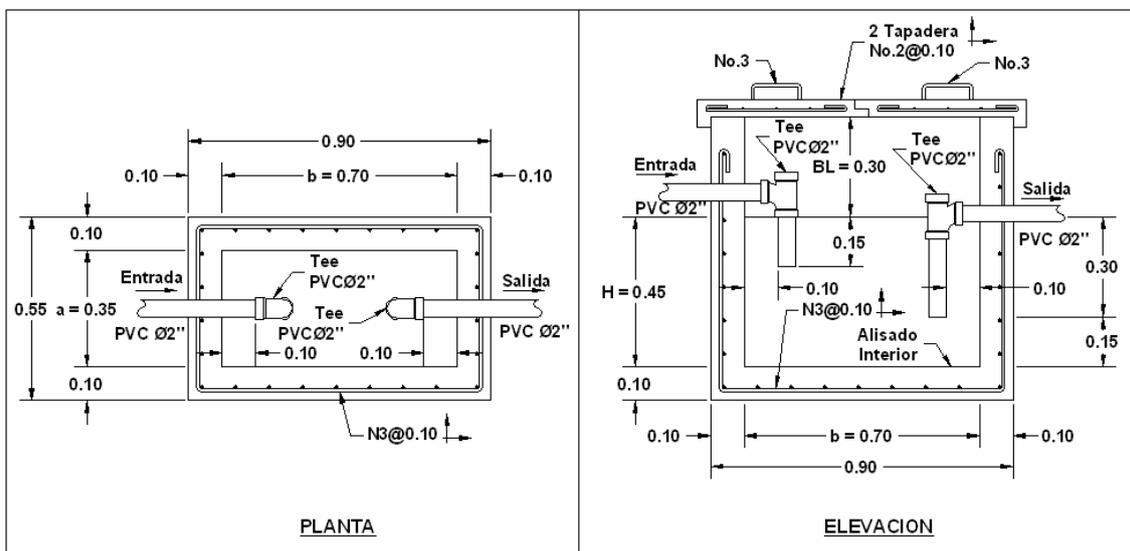
TOTAL DIARIO	900 litros por día	1.150 litros por día
TOTAL MENSUAL	27.000 litros por mes	34.500 litros por mes

En la cual se observa que la cantidad de agua proveniente de la ducha, lavatorio, pileta de cocina, y lavadero es aproximadamente: 530 lts diarios en invierno y 685 lts diarios en verano; el consumo por riego y descarga de inodoros es: 370 lts diarios en invierno y 465 lts diarios en verano; por lo tanto adoptamos 3 tanques de 1000 lts (215lts aprox. para cada departamento) como cisterna donde se acumule el agua de reuso. Debe notarse que la cantidad generada en los artefactos destinada al reuso es superior a la consumida por riego y WC; por lo que el sistema deberá llevar un rebalse (por gravedad con cierre hidráulico y conectado a la cloaca). Además se prevé la posibilidad de mayor demanda de consumo para lo cual se considera el ingreso de agua de red a los tanques cisterna.

La cámara séptica será de 3,00 por 1,00, teniendo en cuenta que solo recibirá aguas grises y no cloacales. Será construida de hormigón con tabique central.

Detalle de los componentes del sistema:

Cámara de desgrase:



DETALLE DE TRAMPA DE GRASA

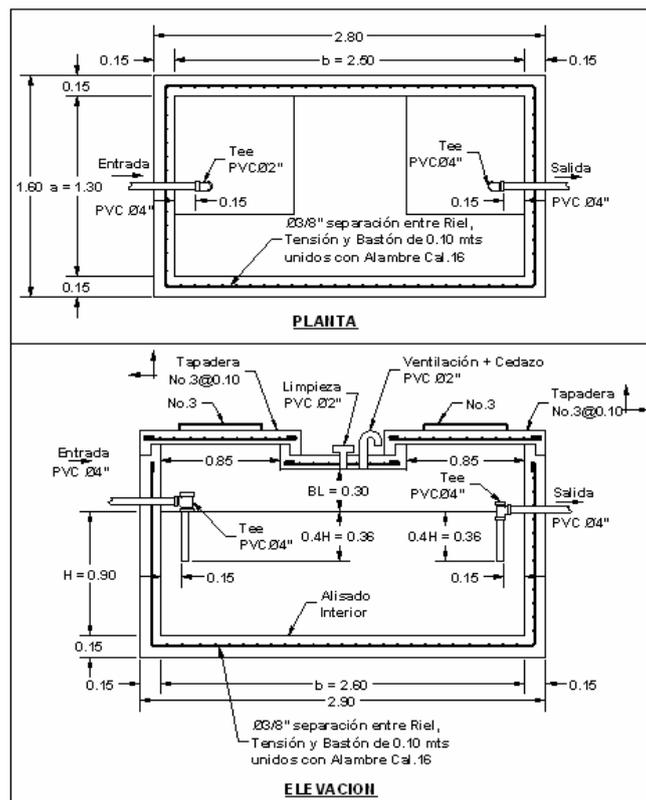
Las trampas de grasa o cámaras de desgrase necesitan mantenerse con cantidades bajas de grasa para evitar taponar el sistema de desagüe o las líneas de drenaje. Para mantener el sistema funcionando sin problemas, hace falta limpiar las tuberías y la trampa periódicamente. Las bacterias generadas en la trampa de grasa se alimentan de la grasa y el sedimento que se encuentra en la trampa, inhibiendo la acumulación de los mismos dándose cuenta que el tratamiento mantiene el sistema con la cantidad de sedimento muy bajo y evitando que la trampa de grasa se tape o mantenga un mal olor.

Es importante el tamaño de la trampa de grasa, ya que si ésta es muy pequeña puede ocasionar malos olores.

Cámara Séptica:

La cámara séptica es un tanque impermeable subterráneo donde las aguas servidas quedan un tiempo en reposo produciéndose sedimentación de sólidos y formación de natas flotantes. La ausencia de aire y luz favorece la proliferación de microorganismos que se alimentan de la materia orgánica convirtiéndola en líquidos y gases.

Este proceso, llamado anaeróbico (sin aire) o séptico, transforma materiales peligrosos para nuestra salud en líquidos inofensivos ricos en minerales.



DETALLE FOSA SEPTICA

Tanques cisterna

La finalidad de los mismos es recibir las aguas tratadas provenientes de la cámara séptica.

El sistema cuenta con tres tanques de PVC de 1000 litros cada uno, vinculados por vasos comunicantes en su parte inferior, para brindarle al sistema una capacidad de 3000 litros. Las cisternas estarán ventiladas mediante cañerías de PVC para equalizar presiones. Cuenta con un control de nivel, que en caso de llegarse a una mínima cota de agua en los tanques, reponga agua proveniente de la red.

El sistema de reposición será a través de la apertura de una válvula solenoide que ingresará agua solamente en caso de que el nivel de agua dentro de la cisterna sea muy bajo y no pueda recuperarse por el ingreso de aguas grises.

Además dispondrán de un rebalse por muy alto nivel, operativo solo en el caso de que el ingreso de las aguas grises supere el consumo combinado para provisión de agua de inodoros y riego

Tanto la reposición como el desborde son considerados para casos excepcionales.

Bomba control de riego:

El control de riego tomará agua del tanque cisterna y contará con una bomba de aproximadamente 3 m³/hora y un programador temporizado, que le proporcionará la señal de arranque a la mencionada bomba en dos periodos de tiempo (mañana y tarde) que durarán aproximadamente 4 minutos (200 litros aproximadamente en cada una)

Sistema de desinfección

Se ubicará en la descarga de la bomba de llenado de tanques de almacenamiento y el mismo contará con una lámpara de desinfección de agua mediante radiación U.V. para la esterilización de pequeños y medianos caudales, entre 6,4 m³/h de caudal nominal y 10 m³/h de caudal máximo, el mismo prevé la eliminación del 99,9 % de los microorganismos patógenos que puedan existir en el tanque cisterna.

El mencionado sistema se pondrá en operación en forma conjunta con la bomba de llenado de tanques de almacenamiento.

Fundamentos del funcionamiento

Irradiación por luz ultravioleta

La luz ultravioleta mata bacterias y virus en un efluente por destrucción de su material genético, previniendo así la replicación. A una longitud de onda de 253,7 nm mata los microorganismos sin alterar las propiedades físicas y químicas del efluente.

La efectividad de muerte de microorganismos depende de la intensidad de la luz y del tiempo de contacto. Cualquier condición que disminuya estos parámetros disminuirá la efectividad del

método de desinfección.

El caudal afecta el tiempo de contacto ya que a mayor caudal menor tiempo de contacto.

Las características de los efluentes que más afectan el desempeño de desinfección con UV son la transmisión de UV y la cantidad de sólidos en suspensión o turbiedad.

La disminución de la transmisión disminuye la intensidad de luz que llega a las bacterias.

La dosis de de luz UV se define como :

$$D = I t$$

D = dosis

I = intensidad

T = tiempo

Variables de control de proceso

La eficiencia de un reactor de luz ultravioleta depende de:

- Transmisión o absorbancia de UV
- Concentración de sólidos en suspensión
- Caudal hidráulico
- Concentración de hierro o dureza
- Fuente del efluente
- Requerimientos de desinfección
- Vida de la lámpara
- Diseño de equipo
- Crecimiento biológico en la superficie del reactor

Intensidad

La velocidad de desinfección se relaciona directamente con la intensidad media de la luz UV. La intensidad de la luz depende del tipo de lámpara, del espaciamiento entre lámparas, de la calidad del efluente y del grosor de la cubierta de la lámpara. El operador puede controlar esto último por limpieza regular de la lámpara para remover la capa de suciedad depositada

La siguiente ecuación aproxima la remoción de bacterias en función de la intensidad de radiación UV:

$$N = N_0 \exp (-KI t)$$

N = Nro de colonias de coliformes en 100 ml después de la irradiación UV

N₀ = Nro de colonias de coliformes en 100 ml antes de la irradiación UV

K = constante de velocidad , cm² /Ws

I = intensidad de la radiación UV, W/ cm² aλ = 253,7 nm

t = tiempo de exposición en segundos

Características hidráulicas del reactor

La eficiencia de un reactor de irradiación UV depende del índice de dispersión (E_x), quien esta relacionado directamente al tiempo de exposición y a la configuración de las lámparas (espaciamiento entre ellas) La siguiente expresión matemática muestra la relación de la eficiencia de la irradiación UV con E_x , la velocidad del fluido (U) y la concentración de sólidos en suspensión (SS)

$$L/L_0 = \exp \left[\left(\frac{U \cdot X}{2E_x} \right) \left(1 - \left(1 + \frac{4KE_x}{U^2} \right)^{1/2} \right) \right] + C (SS)^2$$

- **E_x** = coeficiente de dispersión de luz UV
- L** = concentración de microorganismos después de la irradiación UV, colonias / 100 ml
- L_0** = concentración de microorganismos antes de la irradiación UV, colonias / 100 ml
- U** = velocidad del fluido, cm/ seg
- X** = distancia frontal recorrida durante la exposición, cm
- K** = contante de velocidad de desinfección, seg^{-1}
- C** = constante, 0,25 para coliformes fecales y 0,9 para coliformes totales
- SS** = sólidos en suspensión, mg/ L

Tiempo de exposición

Esta variable está inversamente relacionada a la velocidad del fluido, depende de la configuración de la lámpara (espaciamiento y tiempo de retención en el reactor). Lámparas que estén con espaciamiento corto (muy juntas) tienen una mayor intensidad de radiación UV.

Calidad del efluente de agua residual:

La turbiedad del efluente (contenido de sólidos en suspensión) es la variable que más inhibe el proceso de desinfección . Para una mejor desinfección por radiación UV el contenido de SS debe ser menor a 10 a 15 mg/L y la turbiedad menor que 5 o 10 NTU.

Tanque de almacenamiento individual

Los mismos serán de 500 litros, situados sobre la cubierta de las viviendas y contarán con un control de de alto y bajo nivel y una electroválvulas para permitir el ingreso de agua provenientes de la bomba de llenado

El funcionamiento consiste

- ✓ Al llegar a la minima cota del tanque de almacenamiento, el control de nivel envía una señal para arranque de la bomba
- ✓ Habilita a su vez la electroválvulas correspondiente hasta llegar a una máxima cota prefijada con el control de nivel

✓ Provoca la detención de la bomba y el cierre de la electroválvulas
Cualquiera de los controles de nivel de los tanques del complejo habitacional puede poner en funcionamiento la bomba de llenado y habilitar la electroválvula correspondiente, puede darse el caso de que se provoque el llenado de dos o mas tanques en forma consecutiva y el nivel de cada tanque controle el cierre de la electroválvula, manteniéndose la bomba en marcha hasta el llenado del ultimo tanque de almacenamiento.

Balance económico del sistema

- ✓ Estimación de costos de la instalación en comparación con el complejo de departamentos
- ✓ Estimación de la cantidad de agua reutilizada
- ✓ Estimación de la diferencia de descarga a la cloaca
- ✓ Estimación de los costos de mantenimiento y electricidad

Estimación de costos de la instalación en comparación con el complejo de departamentos

Considerando el metro cuadrado de construcción en \$ 1800/m² (fuente Revista reconstruir hoy)

Considerando el costo del terreno en \$150.000 (fuente Revista Capitel)

El costo total del complejo será: \$1800/m² x 70 m² x 14 dptos. = **\$1.914.000**

El costo del sistema a instalar será: \$47.000

El % de incidencia en la inversión total será del 2,5%

Estimación de la cantidad de agua reutilizada

Temporada	Consumo medio (lts/día)	Agua reusada (por dpto.)	% de agua reusada
Invierno	900	370	41
Verano	1150	465	40

Entonces podemos decir que el porcentaje de reuso del agua es de aprox.: 40%

Estimación de la diferencia de descarga a la cloaca

Temporada	Consumo medio (lts/día)	Agua reusada (por dpto.)	% de agua reusada
Invierno	900	300	33
Verano	1150	300	26

Entonces podemos decir que el porcentaje de de descarga a la cloaca es de aprox. es de aprox.: 30%

Estimación de los costos de mantenimiento y electricidad

Estimación de los costos de mantenimiento y electricidad

Gasto de la bomba: \$ 200

Gastos de limpieza del sistema (cada 6 meses): \$35/mes

Estimación económica del gasto de agua (por departamento)

Agua reutilizada según estación

En invierno: 370lts/dpto.

En verano: 465lts/dpto.

Reducción en el consumo anual por departamento

$370 \text{ lts/días} \times 30 \text{ días} \times 6 \text{ meses} + 465 \text{ lts/día} \times 30 \text{ días} \times 6 \text{ meses} = 150.300 \text{ lts anuales}$
por dpto.

Total de lts en el complejo: $2.104.200 \text{ lts anuales} = 2.104 \text{ m}^3$

Tarifa de ABSA hasta 75 m^3 \$0,276 / m^3

Mas de 75 m^3 \$0,414 / m^3

Para los fines de este estudio consideramos una tarifa intermedia = \$0,345/ m^3

Ahorro económico por reducción en el consumo de agua

$2.104 \text{ m}^3 \times 0,345 \text{ \$/m}^3 = \$725 \text{ anuales}$

Además se considera que esa misma cantidad de agua no sería transportada por la cloaca ni tratada por la empresa prestataria del servicio

Resumen de beneficios

- ✓ Reducción de volumen de agua volcada a la cloaca = 30% aprox. (dependiendo de la estación del año)
- ✓ Reducción de volumen de agua a transportar en la cloaca y a tratar en su destino final
- ✓ Reducción en los costos de gasto de agua
- ✓ Reducción en el consumo de agua potable (40% -41%)

Desventajas

- ✓ Mantenimiento semestral en el caso de la cámara séptica
- ✓ Mantenimiento mensual de la cámara separadora de grasa
- ✓ Gastos eléctricos y de mantenimiento del sistema en general
- ✓ Lugar físico para disposición de sistema

Alternativa de tratamiento por medio de plantas acuáticas

Una posibilidad es tratar las aguas grises por medio de vegetación (plantas)

Este primer sistema permite tratar simultáneamente aguas grises y negras y consta de tres partes

La trampa de grasas (para retirar manualmente los materiales grasos que se acumulan por el uso de jabones y detergentes), la cámara séptica (donde los sólidos se sedimentan y son reducidos por la acción de microorganismos) y el campo de oxidación (un terreno poroso impermeabilizado donde una serie de plantas absorben los líquidos con materia orgánica que salen de la cámara séptica).

La cámara séptica sirve para procesar la materia orgánica de los baños antes de su tránsito a un pozo “ciego.” Estos pozos se van impermeabilizando con las grasas arrastradas y se llenan con facilidad haciendo necesario el uso de camiones especiales para su vaciado. Por otra parte los líquidos se infiltran en el suelo y terminan contaminando las napas acuíferas. Para evitar estos inconvenientes, se desarrollaron dos elementos para retener las grasas antes de que lleguen a la cámara séptica (la trampa de grasas) y otro para reducir completamente los líquidos evitando el uso de “camiones atmosféricos” y sin contaminar el suelo (el campo de oxidación).

La cámara séptica es un tanque impermeable subterráneo donde las aguas servidas quedan un tiempo en reposo produciéndose sedimentación de sólidos y formación de natas flotantes. La ausencia de aire y luz favorece la proliferación de microorganismos que se alimentan de la materia orgánica convirtiéndola en líquidos y gases.

Este proceso, llamado anaeróbico (sin aire) o séptico, transforma materiales peligrosos para nuestra salud en líquidos inofensivos ricos en minerales que van a nutrir a las plantas que crecen en el campo de oxidación.

El campo de oxidación se llama así porque en él se completa el tratamiento de los efluentes con otro tipo de bacterias que viven en presencia de aire. Algunas plantas que se desarrollan en este terreno cumplen la doble función de aportar oxígeno al sustrato y absorber los nutrientes orgánicos como es el caso de las cañas y otros vegetales palustres.

Resultados de algunos estudios con plantas acuáticas

Estudios realizados a nivel de planta piloto arrojaron en estanques a los se les suministraban de forma continua las aguas residuales provenientes de una comunidad cercana arrojaron resultados que demuestran que mediante el uso de plantas acuáticas flotantes se pueden lograr buenas eficiencias en la remoción de los contaminantes más comunes de las aguas residuales domésticas, siendo el jacinto de agua la planta más eficiente, lográndose remociones de hasta 70% en DBO con cargas orgánicas de 510 kg/m².d y tan solo 1 día de tiempo de retención.

Las muestras de agua fueron tomadas a la entrada y la salida de cada estanque, después que cada sistema se encontraba en el estado estacionario. A estas muestras se les determinaron según los Métodos Standart (1985) : DBO, NTK, PT, SST y Coliformes Fecales (CF), estas tres últimas pruebas no se les realizaron a todas las muestras. A las plantas cosechadas se les determinó humedad y nitrógeno.

La velocidad de crecimiento de las plantas se determinó semanalmente por diferencia de pesada, manteniendo las siguientes densidades de las plantas : jacinto de agua (5 kg/m²), lemna (1 kg/m²), pistia (5 kg/m²), salvinia (2 kg/m²) y azolla (1,7 kg/m²).

Remoción de Contaminantes por las Plantas o Lagunas

PLANTA	CO	TR	DBO		NTK		PT		SST		CF		
			A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	
Salvinia	97	4	94	22	29	13							
Pistia	97	4	94	18	29	8							
Azolla	61	6,2	92	28	21	10	2	0,8					
Lemna	61	6,2	92	27	21	7	2	0,8					
Azolla	116	3,1	87	41	24	15	3	2,1					
Lemna	116	3,1	87	34	24	16	3	1,9					
Laguna	200	3	141	*23	29	*13	5	*2,6	209	129	1,1x10 ⁷	2,9x10 ⁵	
Jacinto	200	3	141	15	29	8	5	1,2	209	35	1,1x10 ⁷	1,3x10 ⁵	
Laguna	340	1,5	120	*36	24	*17	4	*2,2	96	200			
Jacinto	340	1,5	120	16	24	14	4	1,5	96	32			
Laguna	510	1	121	*43	25	*16	6	*2,9	92	121	1,1x10 ⁷	2,5x10 ⁶	
Jacinto	510	1	121	36	25	15	6	2,4	92	12	1,7x10 ⁷	1,1x10 ⁶	

Leyenda : CO = carga orgánica (kg DBO/Ha.d)

TR = tiempo de retención (días)

DBO = demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)

NTK = nitrógeno total Kjeldal (mg/l)

SST = sólidos suspendidos totales (mg/l)

CF = coliformes fecales (NMP/100 ml)

* = parte soluble del efluente

A = afluente E = efluente

RIEGO PARA EL JARDÍN

Las aguas grises utilizadas correctamente pueden ser abonos de gran valor para la horticultura. Contienen fósforo, potasio y nitrógeno, que convierte a las aguas grises en una fuente de contaminación para lagos, ríos y aguas, sin embargo pueden utilizarse de manera beneficiosa por sus nutrientes para el riego de las plantas.

Hay varios sistemas para tratar las aguas grises destinadas al riego, dependiendo del uso final que se le vaya a dar.

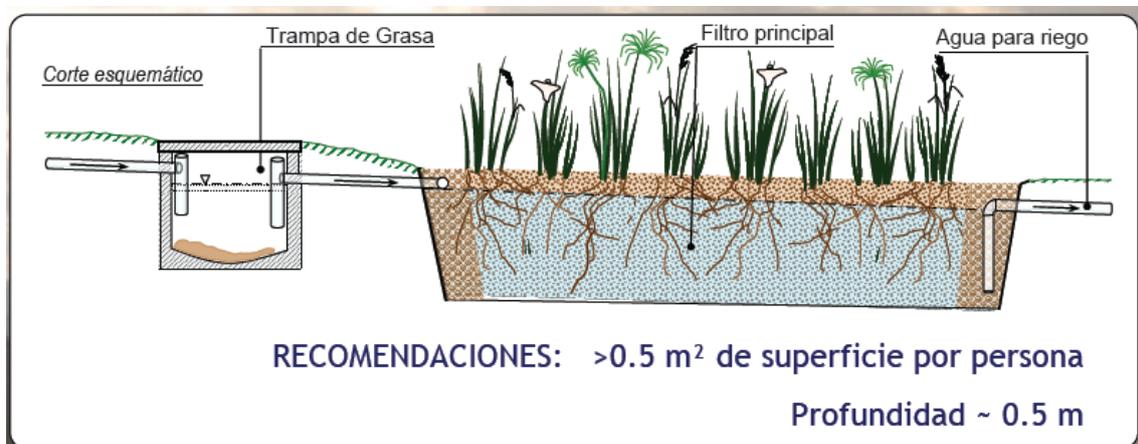


CONSIDERACIONES GENERALES

- Evitar que el agua se estanque (en 24 horas adquiere características de aguas negras)
- Las aguas grises deben pasar lentamente por el medio de filtración para que éste sea efectivo
- Considerar la composición y el caudal de las aguas grises
- Separar flujos para mejorar el tratamiento
- Amortiguamiento para lavadoras

Tratamiento para reuso en riego (filtro jardinera y filtro vertical)

Los denominados "filtros jardinera" consisten en una trampa que retiene las grasas que provienen principalmente de la cocina. Posteriormente, se dirige este agua pretratada hacia una jardinera impermeable, donde se siembran plantas de pantano, las cuales se nutren de los detergentes y la materia orgánica, evaporan el agua y así la purifican. Gracias a este proceso se puede llegar a rescatar hasta un 70% del agua, que a su vez puede ser utilizada para irrigación.

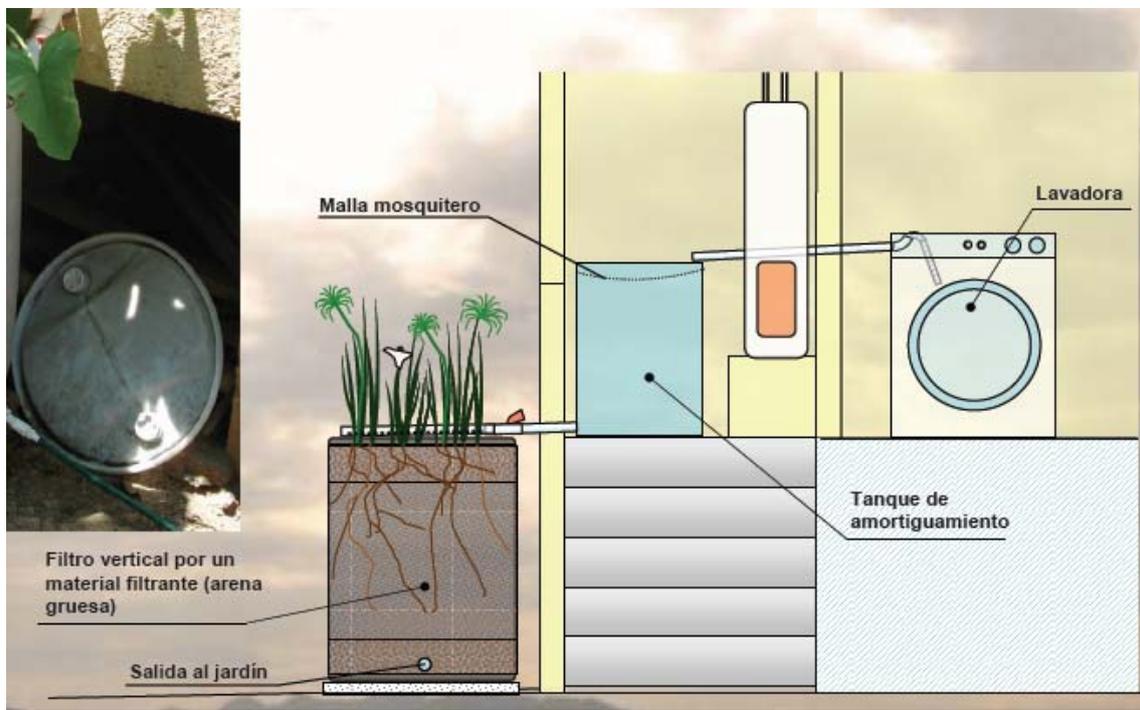


Aplicación directa en plantas (filtro de acolchado)

El sistema de "acolchado" consiste en dirigir el agua gris hacia zanjias rellenas de un acolchado, compuesto normalmente de corteza de árbol triturada, paja u hojas, que se encarga de tratar las aguas y de paso aumentar la riqueza del suelo al seguir un proceso de compostaje.



Filtros para lavarropas



DESVENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE REUSO DE AGUAS GRISES

Entre las posibles incompatibilidades del sistema de reutilización contra el sistema antiguo se basan en:

- Se debe de tener mayor cuidado con la manipulación del agua del tanque del inodoro, ya que contiene agua residual contaminada.
- La posibilidad de poder instalar la canalización para las aguas grises. En este sentido se aconseja la evaluación de la instalación como cualquier otro tipo de instalación sanitaria. En caso de una reforma es necesario plantearse las posibilidades que ofrece la vivienda para instalar los sistemas de reutilización de aguas grises.
- Es importante hacer notar que la calidad de servicio al utilizar agua residual se ve afectada ya que es agua contaminada y se debe de tener un mayor cuidado en su manipulación y mantenimiento. Sin embargo es importante notar que se tendría un ahorro en el agua potable y con un buen manejo se podría utilizar agua de menor calidad en actividades que así lo permitan y con ello liberar la de alta calidad sólo para consumo humano u otros usos especializados. Para mayor seguridad se puede aplicar cloro en el depósito del inodoro

Conclusiones

- El agua es un recurso natural estratégico, y como tal, debe ser conservado y protegido. Algunos países como Gran Bretaña y Canadá, que cuentan con recursos hídricos abundantes y permanentes durante todo el año, están aplicando tecnologías de reciclaje del agua a gran escala.
- No se pueden obtener grandes resultados de ninguna iniciativa si no se cuenta con la participación de las comunidades locales, o al menos, con una concienciación de las mismas sobre su responsabilidad en este tipo de programas y sobre los objetivos de los mismos.
- Por último, ha quedado demostrado que la participación de los miembros de las comunidades y de las instituciones privadas y públicas, así como la concienciación de los responsables políticos, aseguran el éxito de este tipo de iniciativas. Además, este modo de trabajo optimiza los resultados que se obtienen.
- Es importante destacar que el reciclaje de las aguas grises se puede incentivar tanto a gran escala como a pequeña escala.
- En cualquiera de los casos, existen dos vías para fomentar el empleo de esta tecnología.
 - ✓ Una de ellas es aumentar el precio del agua limpia.
 - ✓ La otra es conceder subsidio gubernamental en la factura del agua a aquellos que reciclen.
- Es necesario impulsar nuevas investigaciones y divulgar los trabajos ya realizados sobre el mejoramiento del medio ambiente y así lograr ponerlo en práctica.
- Profundizar e intensificar los controles mediante análisis de las aguas grises posteriormente a su tratamiento

- Para la implementación segura del sistema se requerirían normas específicas que establezcan la calidad de este tipo de agua
- Generar propuesta sobre la reutilización del agua residual y la separación de las aguas negras y grises en una vivienda, teniendo en cuenta distintas calidades y ubicaciones
- Al momento de implementar este tipo de sistemas se debe de cumplir la forma de operación y mantenimiento presentados; para garantizar la sostenibilidad del sistema y que a corto plazo no genere mayores problemas.

BIBLIOGRAFÍA:

Manejo domiciliario de aguas grises, para salud, seguridad alimentaria y protección ambiental – Noviembre 2007 – Latinosan – Cali

Planta tratadora de aguas grises con floculación natural para casa habitación- Félix Julián Soto. C.I.I.D.I.R. I.P.N. Unidad Oaxaca.

Desinfección con cloro y luz UV en un proceso convencional de regeneración de Agua . Paula Aguirre – Joan García – Rafael Mujeriego - INGENIERÍA DEL AGUA · VOL. 11 · Nº 1 MARZO 2004

Diseño y cálculo de la instalación de reutilización de aguas grises y reutilización de aguas pluviales en un edificio de viviendas Lorena Lillo García - Departamento de Mecánica de Fluidos. Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Vilanova y la Geltru (UPC)

Apuntes del seminario de AGUA Ing Ambiental (UTN - 2008) Dr Roberto Rodriguez – Lic Milena Uribe Echevarría

“USO, REUSO Y RECICLAJE DEL AGUA RESIDUAL EN UNA VIVIENDA” Facultad de Ingeniería Universidad Rafael Landívar - PATRICIA JAMILETTE KESTLER ROJAS – Guatemala – año 2004

Agenda de la construcción sostenible – España (Febrero 2008)

Páginas web consultadas

www.lenntech.com.ar

www.agrodesierto.com

www.quimitex.com.ar

