

## TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (ECOSANEAMIENTO)

**Ing. Elías Rosales-Escalante**

Consultor - asesor; Catedrático – investigador  
CIVCO-ITCR; Programa ISSUE  
[erosales@itcr.ac.cr](mailto:erosales@itcr.ac.cr); (506) 550-2309

### RESUMEN

Ecosaneamiento es una nueva filosofía que pretende conducir a las personas a un comportamiento diferente y alternativo ante el agua. Esta filosofía parte de los siguientes principios: SEPARAR EN LA FUENTE, DAR TRATAMIENTO Y DAR APROVECHAMIENTO A LOS SUBPRODUCTOS. Es una estrategia donde se propone pasar de una cultura vinculada al uso de grandes volúmenes de agua a, condiciones donde el uso del agua sea menor, sea racional o que del todo no llegue a utilizarse en acciones de saneamiento. Con esta estrategia, igualmente se pretende cerrar el ciclo de los nutrientes, en los procesos de producción y consumo de productos agrícolas, al recuperarlos de los antes desechos y ahora, con la posibilidad de ser elementos a integrar nuevamente en la cadena agrícola de producción. Coordinando y juntando esfuerzos se pretende llevar adelante un proyecto demostrativo, donde un grupo de familias adopte varias de las técnicas alternativas que poco a poco se han venido adaptando a condiciones de nuestro país.

### INTRODUCCIÓN

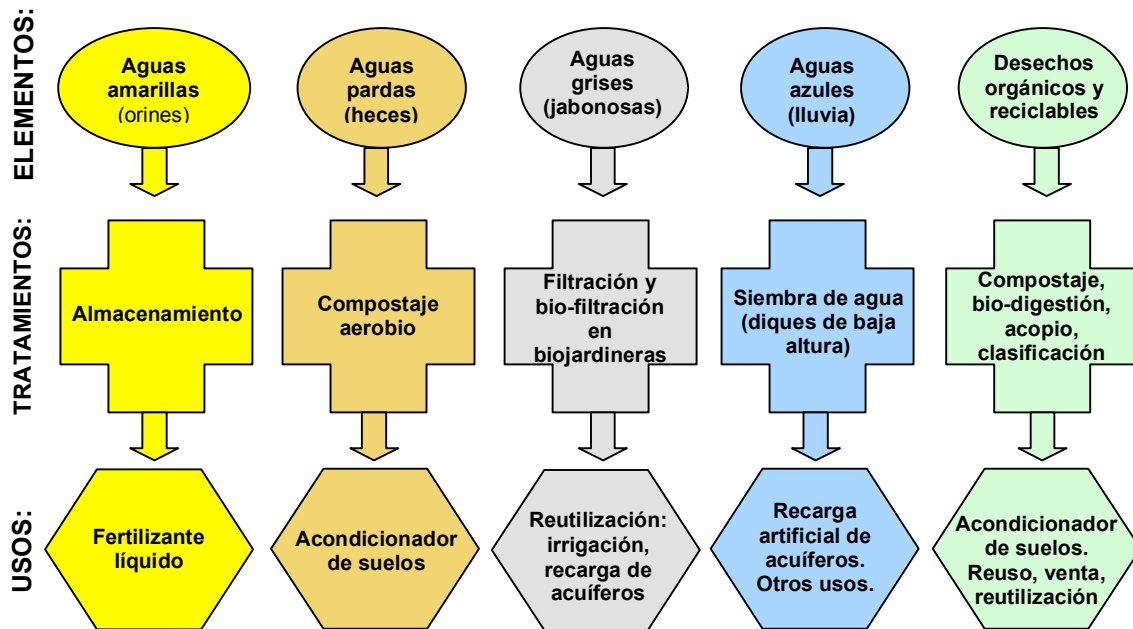
En alianza con municipalidades se desarrollan programas demostrativos. Se construirán viviendas aplicando tecnologías alternativas para el saneamiento y promoviendo criterios para lograr asentamientos ecológicos. Se están introduciendo inodoros de bajo caudal (menos de un litro por descarga) funcionando con composteras para orines y heces, biojardineras o “humedales construidos” para el tratamiento de las aguas grises y su uso en riego, se desarrolla la aplicación de fertilizantes naturales (recolectando y tratando orines), como se introducen técnicas para el manejo del agua de lluvia.



VIII Congreso Nacional de Ciencias  
**Exploraciones fuera y dentro del aula**  
 27 y 28 de agosto, 2006 Universidad Earth,  
 Guácimo, Limón, Costa Rica

Este movimiento, a nivel mundial defiende el ambiente y está en contra de la tradición de usar el agua, un recurso tan importante, para evacuar los excrementos por sistemas de alcantarillado hasta plantas de tratamiento o haciendo descargas directas en cuerpos de agua. Esta nueva apreciación en la ingeniería, plantea como principio la separación de las aguas en una vivienda y una comunidad. Esto es, tomar por un lado los orines, por otro las heces, por otro las aguas “grises” o jabonosas, darle también atención a los desechos orgánicos y reciclables saliendo de las casas y no dejando sin atender el agua de lluvia. Los propósitos básicos establecen que de las viviendas ya no salen “desechos” sino que remanentes. Los cuales son materiales que pueden seguir siendo aprovechados. Con el ECOSANEAMIENTO se pretende cerrar el ciclo donde los recursos “extraídos” de la tierra, regresen a ella y se deje de tirarlos a cursos de agua, provocando HIDROCIDIOS. De esta manera el ecosaneamiento se distingue por no usar agua o utilizar los menores volúmenes posibles y donde se pretende: 1) separar las descargas de una vivienda; 2) dar tratamiento a lo recogido para lograr principalmente su desinfección; y 3) definir las aplicaciones de lo obtenido, principalmente nutrientes, en los ciclos de producción.

**LA ESTRATEGIA DEL ECOSANEAMIENTO ES SEPARAR EN LA FUENTE, DAR TRATAMIENTO Y UTILIZACIÓN A LOS PRODUCTOS**



VIII Congreso Nacional de Ciencias  
**Exploraciones fuera y dentro del aula**  
27 y 28 de agosto, 2006 Universidad Earth,  
Guácimo, Limón, Costa Rica

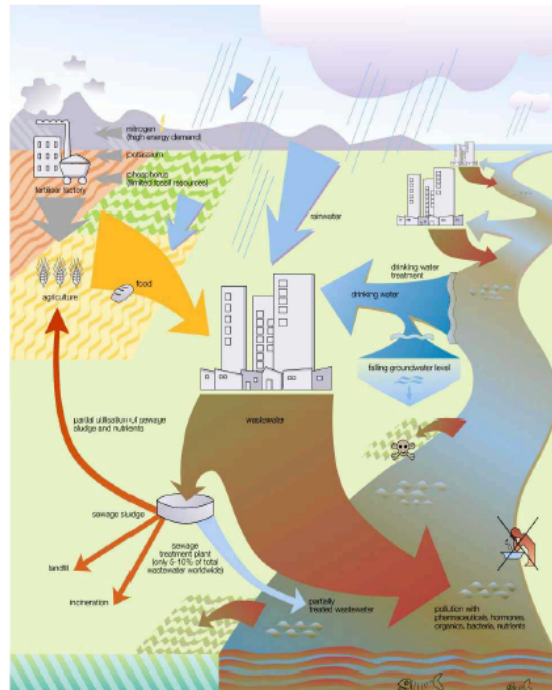
Este otro enfoque, nuevo para muchos, propone que los sistemas para el tratamiento se inicien con los hábitos de consumo y que al llevar a cabo tratamientos, estos se realicen de acuerdo a cada descarga, origen y contenidos específicos de la misma.

Este tipo de proyectos no había sido posible introducirlos formalmente en Costa Rica. Sin embargo, por el trabajo llevado adelante por la Asociación centroamericana para la economía, la salud y el ambiente (ACEPESA), en el tema de los desechos sólidos, así como por su vínculo con la organización holandesa para la cooperación internacional WASTE, hoy se ha puesto en marcha el programa ISSUE que se denomina "iniciativa integrada para un ambiente urbano sostenible", permitiéndose la formalidad para introducir el tema, adaptar y adoptar localmente varias de estas tecnologías alternativas.

### CONTAMINANTES

Y en estos temas igualmente es requerido analizar las tecnologías tradicionales utilizadas en saneamiento ya que éstas utilizan grandes cantidades de agua para su funcionamiento y acarrear cantidades significativas de elementos contaminantes a los cursos y cuerpos de agua.

Esos contaminantes, son materia orgánica y nutrientes. Los cuales se descargan a medios acuáticos causando deterioro de esos otros sistemas de vida, causando en consecuencia HIDROCIDIOS, ya que muchos de los contaminantes no son propios a ese medio. La materia orgánica está en la mayoría de los alimentos y productos de limpieza, donde el elemento "Carbón" es un constituyente básico. Y los nutrientes, son los compuestos que tienen dentro de sus moléculas a los elementos "Fósforo" o "Nitrógeno".



VIII Congreso Nacional de Ciencias  
**Exploraciones fuera y dentro del aula**  
27 y 28 de agosto, 2006 Universidad Earth,  
Guácimo, Limón, Costa Rica

Así los sistemas tradicionales, utilizan grandes volúmenes de agua y provocan la descarga de esas aguas con contaminantes al proceso del ciclo hidrológico. Reduciéndose en consecuencia y de otra manera, la verdadera cantidad de agua “disponible y de calidad” en el planeta.

### LOS NUTRIENTES Y SU CICLO

Es muy interesante analizar la forma tradicional para producir alimentos. Lo básico es preparar el terreno, colocar las semillas en el suelo; donde crecen las plantas, éstas producen frutos, los cosechamos y lo recogido se consume. Estas prácticas agrícolas en “la modernidad” se han complementado con la aplicación de compuestos químicos con el propósito de “rellenar los faltantes” en el suelo. Así, se tienen fórmulas fertilizantes tituladas “15:15:10” estableciendo la proporción y contenido de Nitrógeno:fósforo:potasio.

Los alimentos salieron del suelo, los humanos y animales los consumimos. En el proceso de alimentación, el cuerpo extrae de los alimentos lo que requiere y desecha excedentes. Los cuales por las prácticas tradicionales son contaminantes.

Por ello, es posible encontrar en los desechos humanos y animales compuestos de nitrógeno y de fósforo, los cuales ante el correcto proceso de tratamiento podrán ser recuperados y nuevamente ser utilizados en el ciclo de producción alimentaria. Actualmente, muchos de esos elementos se están tirando, aumentando las consecuencias negativas en los medios acuáticos donde puedan estar cayendo. Uno de los efectos que producen se conoce como eutroficación, la cual consiste en el crecimiento desmedido de material vegetal en cursos de agua, lagos, o mares. Son esa cantidad de lirios acuáticos, de algas o de fitoplancton que compiten con los seres vivos propios de ese medio acuático en la obtención de oxígeno.



### EL PROYECTO DEMOSTRATIVO

VIII Congreso Nacional de Ciencias  
**Exploraciones fuera y dentro del aula**  
27 y 28 de agosto, 2006 Universidad Earth,  
Guácimo, Limón, Costa Rica

El propósito de un proyecto demostrativo es lograr la construcción de un grupo de viviendas bajo los principios del Ecosaneamiento. Esto significa que las técnicas a aplicar deben considerar el no uso o el menor uso del agua en las acciones de saneamiento, para reducir significativamente las descargas por medio de infiltraciones o vertidos en quebradas y ríos. Para ello, se aplicarán técnicas y materiales de construcción apropiados que permitan realizar los trabajos.

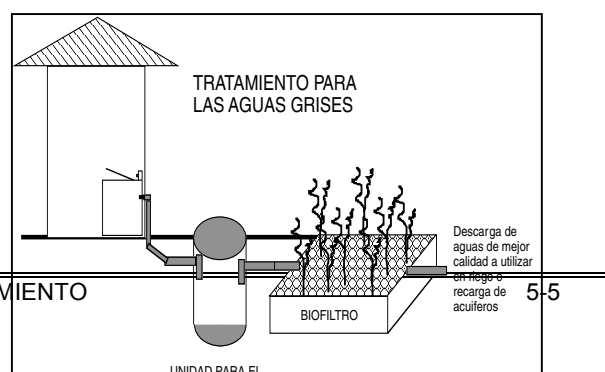
Se pretende que este asentamiento tenga la mayor cantidad posible de zonas verdes. Que sus habitantes mantengan una actitud ambientalista permanente. Cada familia tendrá en su vivienda un inodoro de bajo caudal y un tanque compostero. Los sistemas para el tratamiento de las aguas grises, estarán ubicados de manera tal que se reciban en ellos, volúmenes semejantes de agua provenientes de grupos formados por cantidades parecidas de casas. Esos sitios serán parte de las áreas verdes del proyecto y se manejarán bajo los criterios técnicos de humedales construidos o biojardineras. Se pretende, pavimentos “filtrantes”, control de pendientes para reducir la velocidad y medios de almacenamiento del agua de lluvia para su posterior uso.

Para lograr que funcione cada una de los elementos de este nuevo sistema de vivienda, se ha propuesto seguir los principios establecidos por la legislación que regula los condominios. De esta forma, se contará con un reglamento, en el cual estarán las reglas a cumplir por cada una de las familias ahí viviendo. Éste especificará las labores de operación y mantenimiento para los sistemas individuales y colectivos, así como las formas de participación que deben cumplir los beneficiarios para que cada uno de los sistemas se mantenga funcionando. La sostenibilidad de la técnica se pretende con la correcta y consciente participación de los usuarios.

### ALGUNAS TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS

Tratamiento para las aguas grises. Este tratamiento se realizará bajo el sistema de humedales construidos o biojardineras.

Las aguas grises son aquellas aguas que se producen en nuestra casa, en la escuela, en el



VIII Congreso Nacional de Ciencias  
**Exploraciones fuera y dentro del aula**  
27 y 28 de agosto, 2006 Universidad Earth,  
Guácimo, Limón, Costa Rica

trabajo y en todo lugar donde se use agua con fines de limpieza o de higiene de nuestros cuerpos pero, sin llevar las “excretas” (orines y heces). Estas aguas grises salen de las pilas para lavar ropa, del baño, del lavamanos, del fregadero de la cocina y de otros usos domésticos que acostumbramos realizar. Esas aguas contienen diversos contaminantes del tipo orgánico y del tipo nutrientes. Pudiendo entonces contener bacterias o elementos que con procedimientos sencillos podrán recuperarse y reutilizarse. Por ello, si las aguas grises no son tratadas en forma adecuada para mejorar su calidad se estará produciendo un impacto negativo al ambiente, se producen malos olores y se estará al frente de focos para la posible transmisión de enfermedades.

Las aguas grises, de los lavamanos, duchas, lavandería y cocina, son las que se producen en mayor cantidad (cerca del 80% de todas las aguas domésticas saliendo de una casa) y al mezclarlas con las aguas provenientes de los inodoros, complican en forma significativa sus niveles de contaminación. Lo cual hará que al filtrarlas o llevarlas a un cauce, potencialmente sean un vehículo de diseminación más rápido de las bacterias que producen enfermedades, al estar entonces directamente vinculadas con las heces.

Al aplicar esta técnica alternativa, será necesario separar las tuberías de evacuación y se procede a diseñar unidades para el tratamiento, tanto para las aguas del inodoro como para las aguas “grises” de cada casa. El efluente de las aguas grises saliendo de un pretratamiento es posible entonces, pasarlo inmediatamente después a través de una biojardinera; la cual es una jardinera con piedras, donde se colocan plantas tropicales, tipo platanillos, heliconias, etc..

De esa manera, se le da un tratamiento físico por filtración horizontal y biológico, por la extracción de materia que hacen las plantas y la inoculación de oxígeno que simultáneamente se estará llevando a cabo por medio de las raíces. Los efluentes, de mucha mejor calidad, se evacuarán por el mismo caño o alcantarillado pluvial que pudiera existir, tendrán un vertido de menor impacto y para la época de verano, serán útiles para el riego de jardines.

Tratamiento de las heces y los orines. Este tratamiento alternativo se pretende realizar mediante el sistema de inodoros de bajo caudal y tanques composteros. Este es un sistema muy especial para darle





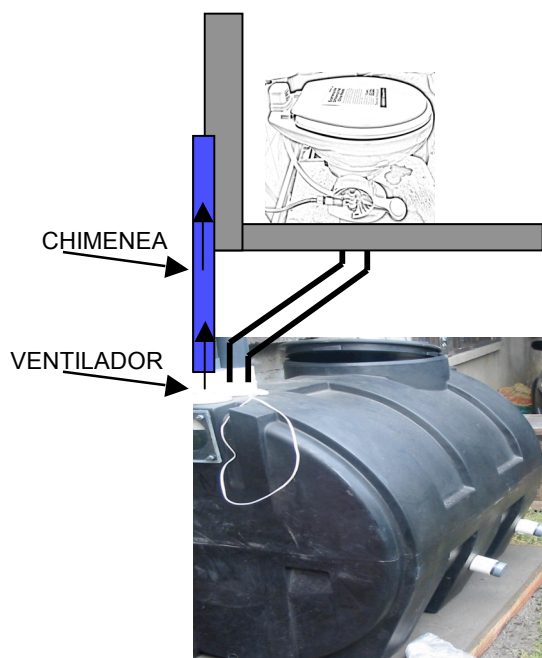
VIII Congreso Nacional de Ciencias  
**Exploraciones fuera y dentro del aula**

27 y 28 de agosto, 2006 Universidad Earth,  
Guácimo, Limón, Costa Rica

tratamiento, con poca agua o sin el uso de ella, a heces, orines y materia orgánica de una casa.

Los inodoros de bajo caudal hacen descargas de menos de un litro de agua. Lo que significa una reducción muy importante de ese recurso, disminuyendo entonces las cantidades de agua por infiltrar o para tirar por vertido. Estos inodoros se conectan a un tanque compostero, ubicado en un nivel de piso inferior al sitio donde se coloque el inodoro.

El principio de tratamiento para las excretas, en este tipo de tanques, es el de compostaje aerobio. Técnica que se garantiza al agregar material orgánico extra a las excretas humanas y balancear de esa manera las contribuciones de nitrógeno dadas por los orines; a la vez, ese material más grueso (borucha/colocho), permitirá incrementar la relación de vacíos en la materia que recibe el tanque y mejorará el proceso de aireación. El flujo de aire se garantiza por medio de agujeros en los costados del tanque y la colocación de ventiladores eléctricos que actúan como extractores de los gases y para el flujo permanente del aire. La característica funcional principal de este tipo de tanques, se centra en una estructura interna por medio de la cual se separan los sólidos de los líquidos. Este es un tipo de entrepiso con agujeros que permiten el paso de los fluidos hacia el nivel inferior. Cuenta con una abertura superior para el mezclado y homogenización manual de la materia, tanto las heces como la borucha. Estos tanques cuentan con una abertura inferior para la extracción de los materiales ya procesados (compost) y otra para la salida de los fluidos (estos requieren de tratamiento adicional previo a su infiltración o vertido).



Siembra de agua. La siembra de agua es el principio de recolectar el agua llovida que sin control corre por el suelo,



VIII Congreso Nacional de Ciencias  
**Exploraciones fuera y dentro del aula**  
27 y 28 de agosto, 2006 Universidad Earth,  
Guácimo, Limón, Costa Rica

utilizando materiales e infraestructura adaptada a las condiciones locales y de esa manera se permita utilizarla de forma beneficiosa para el medio. Esta interceptación y recolección de agua se puede hacer de varias maneras, utilizando distintas estructuras, dependiendo de las condiciones del terreno, mediante un proceso de construcción rápido, sencillo y económico. Con esta “filosofía” se promueve la construcción de “diques de baja altura” en los cerros y sus laderas deforestadas para que formen, junto con la topografía del sitio, pequeños estanques temporales que den mayor tiempo de paso al agua, para que al cambiar sus condiciones de velocidad se pueda infiltrar en el terreno.

Estas no serán estructuras impermeables, ellas deben permitir que el agua siga pasando. Con esto se logra restar velocidad horizontal al agua, al ir pasando de etapa a etapa, aumentándose con esa “breve” retención la cantidad de agua que tendrá la oportunidad de ya no seguir corriendo “con la misma fuerza” por la superficie y teniendo entonces ahora la oportunidad de infiltrarse en el terreno; por ende las recargas acuíferas de la zona aumentarán. (Los mantos acuíferos son sitios subterráneos donde el agua se almacena; la naturaleza por sus medios los va llenando cada vez que llueve y son los sitios de donde se filtran para salir las aguas que forman las nacientes).

#### REFERENCIAS

- ISSUE. iniciativa integrada para un ambiente urbano sostenible. Consorcio: ACEPESA-ITCR-GTZ/IFAM, 2004.
- Proyecto Ecosaneamiento. CIVCO-ITCR. 2005.