

MANUAL DE ECOSANEAMIENTO

Creando Jardines
para limpiar nuestra agua

Manual para la construcción de Biojardineras



INICIATIVA INTEGRADA PARA UN
AMBIENTE URBANO SOSTENIBLE



ACEPESA



TEC



Presentación



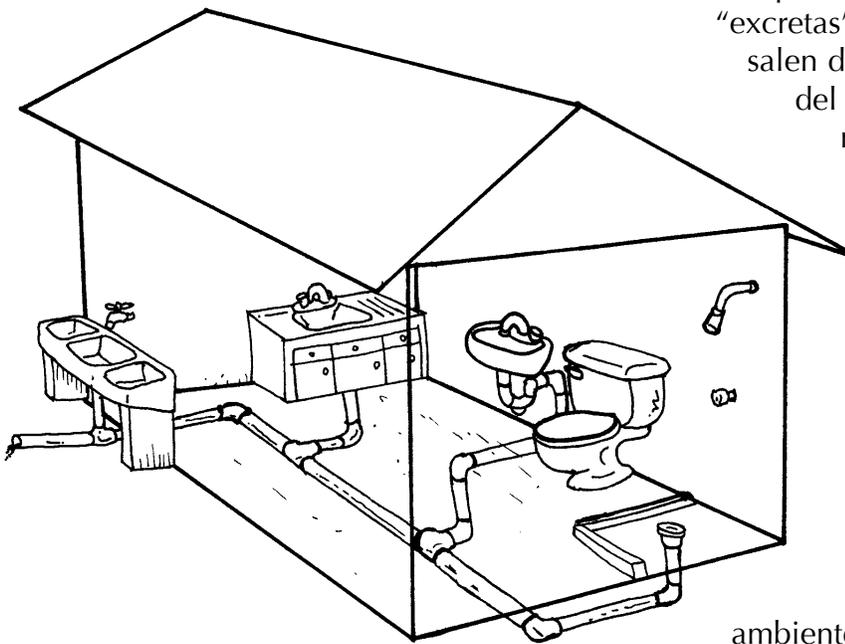
El presente manual brinda instrucciones para la construcción de una biojardinería en una casa cuyo funcionamiento permite la reutilización de las aguas grises, explica cada una de las etapas de este sistema y los elementos que la componen.

Se inicia con los detalles que corresponden a la estructura de la biojardinería, siguiendo luego con las indicaciones para la construcción del tratamiento primario o pretratamiento, de las unidades posteriores, la siembra de plantas y como último tema se presentan recomendaciones sobre el uso o destino apropiado del agua ya tratada.

Al final del manual, encontrará también una lista detallada de los materiales necesarios para la construcción de una biojardinería, de acuerdo a diferentes volúmenes de agua usada y la cantidad de personas en una vivienda.

Es importante limpiar las AGUAS GRISES

Introducción



Las aguas grises son aquellas aguas que se producen en nuestra casa, en la escuela, en el trabajo y en todo lugar donde se use agua con fines de limpieza o de higiene de nuestros cuerpos, ropa y utensilios 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. Esas

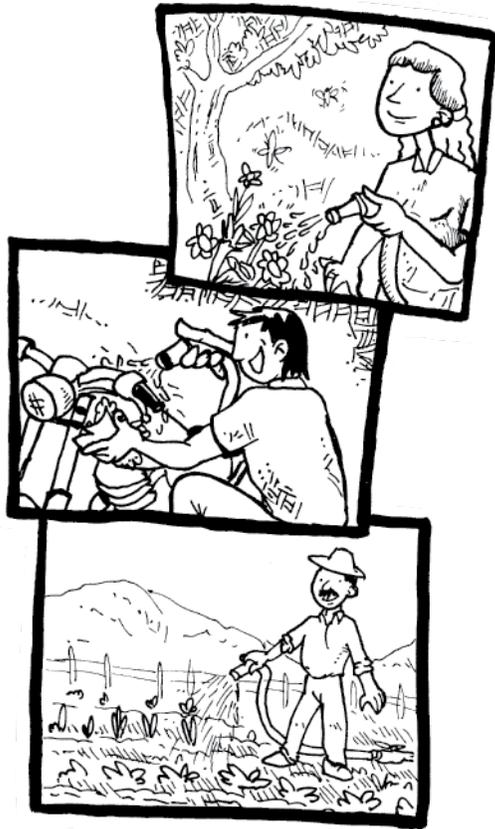
aguas contienen diversos contaminantes del tipo orgánico y del tipo nutrientes (compuestos de nitrógeno y fósforo). Pudiendo entonces contener bacterias como también elementos que con procedimientos sencillos podrán recuperarse y reutilizarse. Por ello, si las aguas grises no son tratadas en forma adecuada 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.

Un proceso para el tratamiento de aguas contaminadas lo que pretende es "quitarle" impurezas al agua, proponiéndose de esa manera reducir la magnitud del impacto negativo que aguas contaminantes hacen al ambiente.

Es importante resaltar que el volumen total de agua que entra al sistema de tratamiento, por lo general, es casi el mismo volumen que estará saliendo de ese proceso. Razón fundamental para entender que al agua ya tratada aún debe buscársele un destino, ya sea:

- reutilizándola,
- infiltrándola
- descargándola en algún curso natural que exista en las cercanías.



Otro aspecto fundamental es que la calidad del agua a obtener aún tendrá contaminantes en menor grado por lo que debe tomarse en cuenta para el destino final.

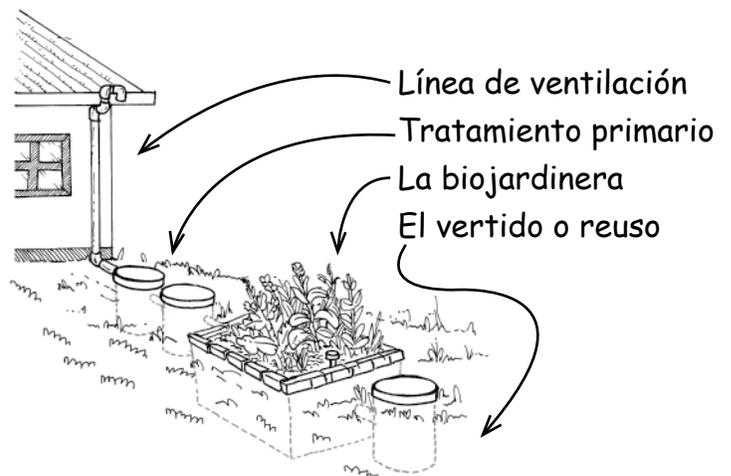
Existen varios sistemas para el tratamiento de las aguas grises, por ello en el panfleto 3 de la serie referente al Ecosaneamiento se dieron explicaciones sobre lo que es una biojardinera. Esta es una técnica alternativa que hasta hace poco se viene presentando, por lo atractivo de contar con una jardinera dando belleza a nuestra casa, simultáneamente a estar mejorando la calidad de esas

aguas grises que antes simplemente se botaban.

La construcción de esta técnica alternativa para el tratamiento de las aguas grises saliendo de una vivienda, requiere de tres etapas:

- Tratamiento primario o pretratamiento.
- La biojardinera.
- El vertido o aprovechamiento de las aguas tratadas.

Cada una de esas etapas tendrá sus dimensiones y cantidad de elementos dependiendo de la cantidad de agua que se use. Por lo general, esa cantidad de agua es posible estimarla de acuerdo a las costumbres sobre el uso de ese recurso y la cantidad de personas en la casa.



Se recomienda que se construya primero la biojardinera, porque es el elemento "más grande", dado que de acuerdo a su ubicación y acabado, se podrán entonces definir distancias y niveles convenientes para las etapas previa y posterior que correspondan. Esto obedece tanto a la necesidad por adecuar, respecto a este elemento central, la posición y colocación de las unidades del pretratamiento, como para conducir correctamente, al final, las aguas tratadas.

I parte: Pasos para la construcción de una biojardinera.

I. CONDICIONES DEL TERRENO

Para definir el sitio o superficie donde se estará instalando una biojardinera es importante tomar en cuenta:

- a. El lugar donde se va a construir la biojardinera debe estar más bajo que el lugar de donde salen las aguas grises que van a recibir tratamiento. Lo apropiado es una diferencia de nivel de 25 cm.
- b. Ese lugar deber ser más o menos plano. Teniendo claro que la inclinación del terreno no debe ser mayor a un 5 por ciento, esto significa que, en un trayecto de 10 metros no haya un cambio de nivel mayor a 50 cm.
- c. Ese espacio debe tener campo suficiente para colocar antes de él las unidades para el tratamiento primario, así como espacio también adicional, por si se quieren colocar al final tanques para el almacenamiento de agua ya tratada. O espacio para la infiltración (drenajes) en el mismo terreno o para el vertido de las aguas tratadas.



Área de construcción

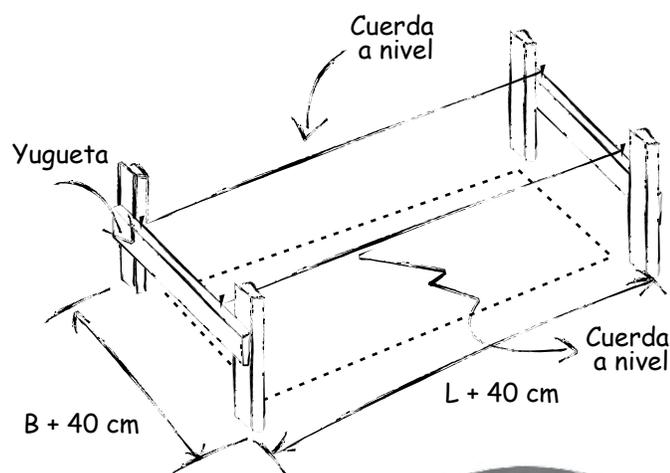


2. TRABAJOS INICIALES

- a. Se necesita colocar al menos 4 estacas. Ubicadas dos y dos por lo general en los extremos más largos del sitio escogido para construir la biojardinera. Esas estacas serán piezas de madera de unos 60 centímetros de

largo. Las estacas, unidas por una pieza horizontal también de madera, ayudarán a determinar niveles. Esto se conoce como “yuguetas”. Este paso es muy importante ya que de esta manera se estarán fijando los puntos

de referencia, colocando todos los puntos a una misma altura o en un mismo plano. A partir de ahí se medirán las alturas verticales que se van a necesitar.



b. Las estacas se colocan unos 20 centímetros más afuera del espacio que requiere la excavación. De manera que las dimensiones "B" y "L" que se den para definir el "tamaño" de la biojardinería, estarán incrementadas. Así: $B + 40 \text{ cm}$ y $L + 40 \text{ cm}$.



c. Con las estacas ubicadas en su lugar, se procede a colocar los niveles de referencia, poniendo una cuerda, a partir de un clavo en las piezas horizontales de las yuguetas, a más o menos 30 cm del suelo.

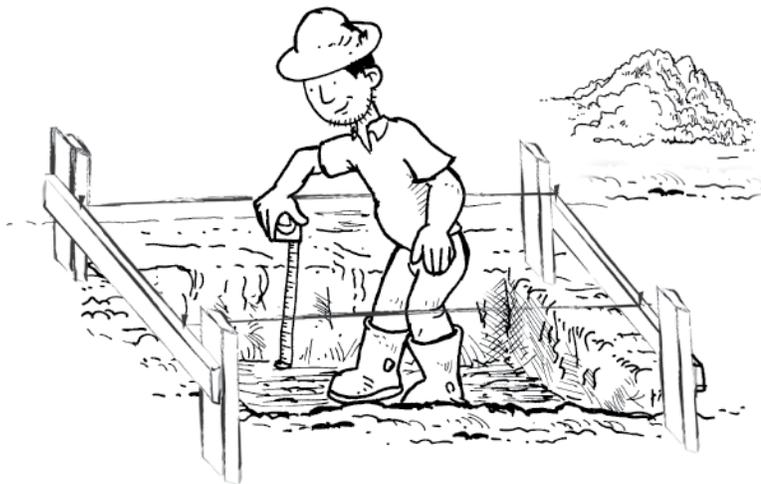


3. EXCAVACIÓN

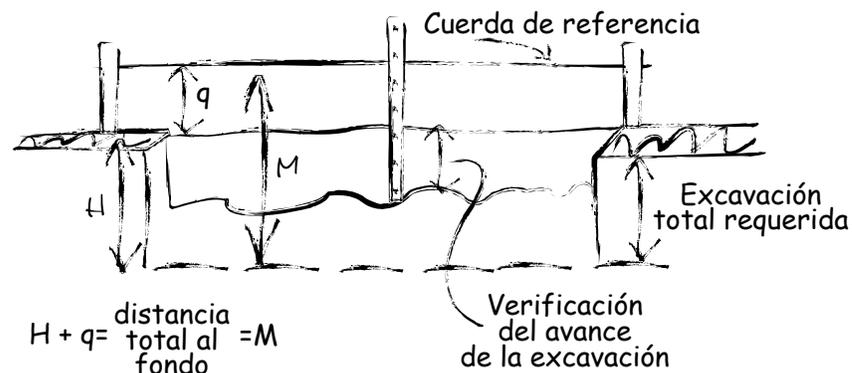
a. Al iniciar este proceso de excavación es también apropiado tener muy claro el lugar donde se estará colocando la tierra que se vaya extrayendo. Esos lugares deberán estar lejos del sitio de la biojardinera.

b. A partir de la cuerda se va verificando la profundidad requerida para la excavación.

c. Las cuerdas son la referencia fundamental para lograr todos los niveles que se necesitan (profundidad total de la excavación, puntos donde se van a colocar las tuberías y niveles o profundidad de los materiales de filtrado).

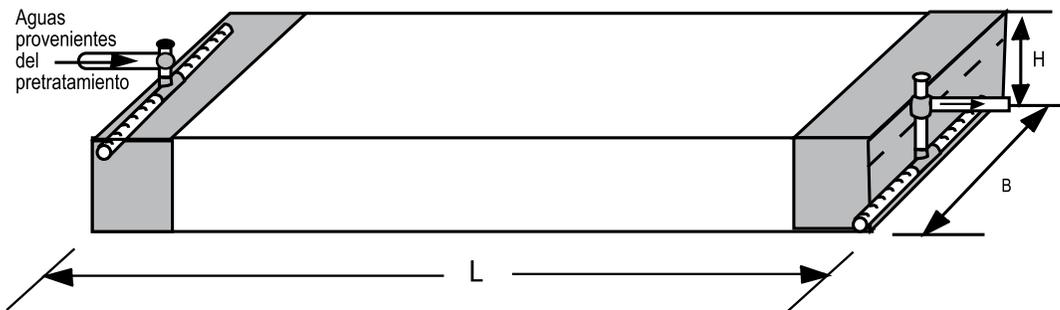


d. La excavación se termina cuando se ha logrado la profundidad "H" total propuesta y el fondo está al mismo nivel, todo plano, donde todos los puntos estarán a la misma profundidad desde las cuerdas de referencia (eso puede ser la distancia "M" formada por la H más una distancia "q" hasta las cuerdas: $M = H + q$).



4. VERIFICACIÓN DE MEDIDAS

a. Al considerar que se ha terminado la excavación, es básico verificar que todas las medidas sean las que propone el diseño. Así, el ancho debe ser "B", el largo debe ser "L" y la profundidad debe ser "H".



b. Si esto falla, estarán fallando los cálculos que también se hicieron para estimar la cantidad de los materiales requeridos. Si esas medidas se cambian no servirían las dimensiones del plástico o harían falta materiales en la cantidad de piedra gruesa y en la cantidad de piedra pequeña.

5. COLOCACIÓN DEL PLÁSTICO Y DE LOS SACOS

a. Antes de llevar a cabo la actividad de colocar el plástico es muy importante verificar que en el fondo de la excavación no se tengan piedras o cualquier otro elemento "punzante" que pudieran dañar a ese material.



b. El plástico se pone porque con él se pretende **evitar** que el agua se salga de la biojardinería; ya que ésta debe permanecer impermeable. El plástico tendrá un espesor no menor a 1,4 mm o equivalente (esto último es colocando plásticos de otros espesores menores pero, doblados en más de una capa).



c. La colocación del plástico se puede llevar a cabo prensándolo con piedras más o menos grandes o con





ladrillos, de manera que al irlos colocando, se va sosteniendo el plástico y a la vez, ese material se va ubicando en el lugar que le corresponde.

d. Es importante que “por todos los bordes de la excavación” quede un reborde de plástico. Este reborde se va a prensar luego para evitar que cuando llueva se meta el agua entre el plástico y las paredes de la excavación.



e. Sobre el plástico se colocan los sacos. La colocación de estos sacos se hace para cubrir y proteger el plástico, de tal manera que no se rompa en el proceso y cuando se colocan las piedras.

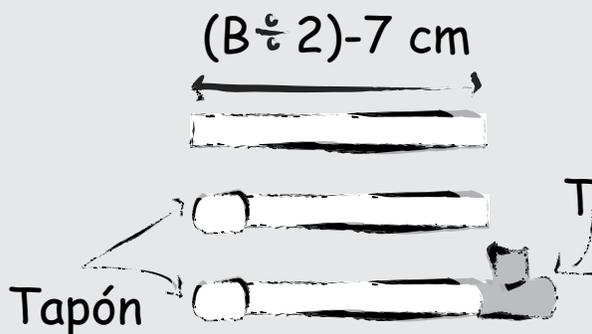
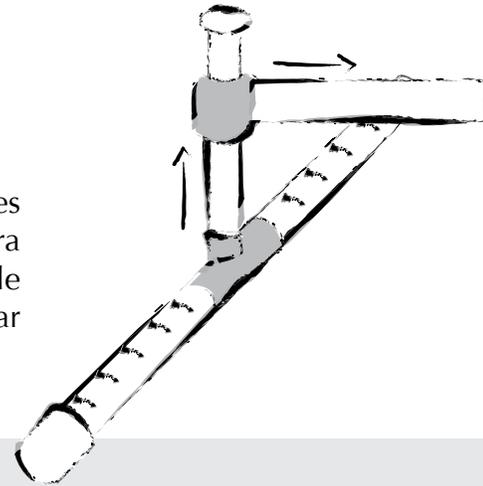
6. PREPARACIÓN DE LOS TUBOS DE PVC

- a. Esta actividad se puede hacer en forma paralela con algunas de las actividades anteriores, siempre y cuando se tenga ayuda y personas que lo puedan hacer.
- b. En una biojardinera se debe colocar, en la parte superior, un tubo a todo lo ancho para la distribución del agua que viene de los recipientes colocados para realizar el tratamiento primario. Ese tubo es como “un canal” o canoa distribuidora de agua.



Y también, se colocará otro de estos tubos en el extremo opuesto de la biojardinera y en la parte inferior, ahora con el propósito de recoger el agua que ya tratada saldrá de la biojardinera.

- c. Los tubos tendrán tapones en los extremos y el agua les llega o sale por medio de una “T” colocada al centro, para que el agua se distribuya lo más uniformemente posible hacia ambos lados. Estos tubos al colocarse deben estar horizontales, muy bien nivelados.



- d. Las piezas que se deben cortar son 4. De una longitud cercana a la mitad del ancho “B”. Esto se hace dividiendo el ancho que corresponde a la biojardinera entre 2 y restándole, a cada tubo, una distancia adicional de unos 7 cm. Porque si se corta toda la longitud del ancho de la biojardinera, cuando se les coloque la “T” a los tramos del tubo de distribución, ya no cabrían esos canales en el ancho de la excavación (longitud de piezas = $(B \div 2) - 7$ cm).

- e. Es necesario, hacer rayas a lo largo de cada pieza de tubo, para marcar de donde a donde irán las aberturas por las que se distribuirá el agua. Y también rayas con las cuales se marquen las secciones que es necesario cortar para definir esas aberturas en cada pieza de tubo.

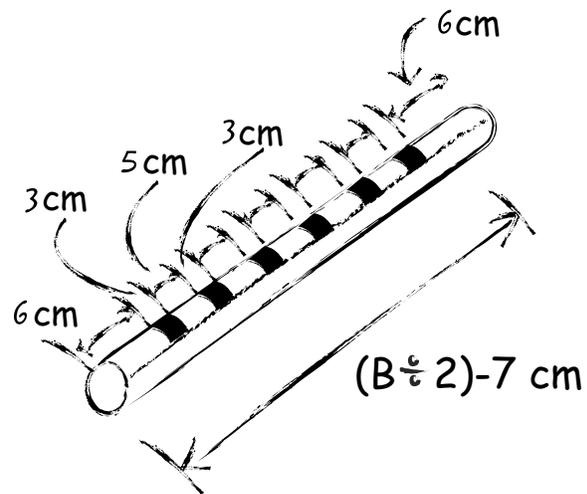


f. Se marca en “el lomo” de la pieza de tubo una de esas rayas a todo lo largo y la otra, también a todo lo largo se hace a 90 grados, en la cuarta parte siguiente.

g. Por el tapón y la “T” que se colocan, las aberturas se empiezan a marcar a partir de 6 cm de los bordes de las piezas cortadas para estos tubos.

h. Las aberturas a dejar serán de 3 cm cada una y la separación entre ellas será de 5 cm.

i. Entonces, las marcas en esas piezas de tubo se hacen a partir de uno de los bordes. Marcando la primera a 6 cm, luego una raya a 3 cm de la anterior, así otra raya a los 5 cm, otra raya a los 3 cm, otra a los 5 cm, hasta llegar al final de esa pieza de tubo y procurando dejar aproximadamente 6 cm en el otro extremo.



j. Ya teniendo las marcas, se procede a hacer los cortes utilizando una segueta.

k. Con la segueta se cortan las aberturas que es necesario dejar, esto se hace desde una de las rayas longitudinales hasta la otra raya longitudinal.

l. Con la ayuda de un “palo” o pieza de madera redonda, del diámetro interior que tenga el tubo de PVC y utilizando un “formón” y martillo o herramientas similares, se hacen los cortes que faltan. La pieza de madera dentro del tubo evita que el PVC se quiebre cuando se hacen los cortes. Los “bocados” que se quitan dejarán los espacios por donde estará distribuyéndose el agua.



m. Al terminar de hacer las aberturas, se procede a limpiar las “rebabas” o “colochos” que puedan quedar del material que se cortó. Esta limpieza se hace en todas las piezas.



n. Se colocan los tapones y las T's. Se utiliza el pegamento solvente de PVC.

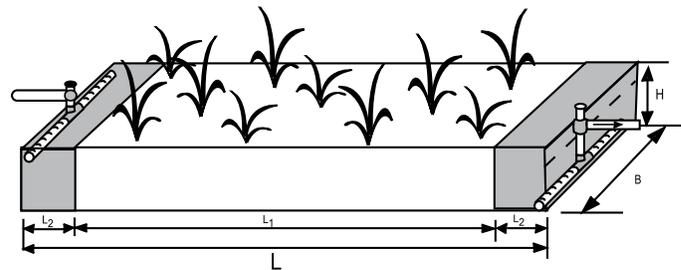


o. Es muy importante verificar el alineamiento de las aberturas a ambos lados de la T. Para esto es posible ayudarse con las marcas de las rayas longitudinales que tiene cada pieza de tubo.



7. COLOCACIÓN DE MATERIALES

a. La medida “L” dada por el diseño como longitud total requerida para la biojardinería, se divide en tramos. Así, $L = L_2 + L_1 + L_2$. Son dos tramos cortos de la misma medida que se ubican en los extremos y un tramo largo central.



b. Los tramos de longitud L_2 son para colocar en ellos la piedra gruesa y en el tramo central de longitud L_1 se coloca la piedra de menor tamaño.

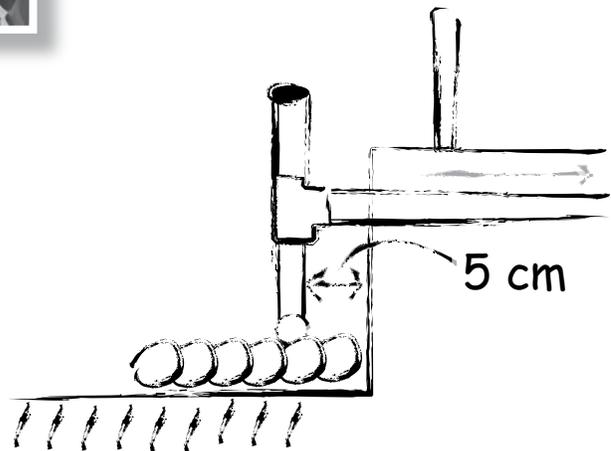
c. Teniendo claramente definidos esos tramos, se inicia con la colocación de las piedras sobre los sacos.

Es muy importante entender que las piedras “se colocan”, NO se tiran. Porque si se tiran es posible que se rompa el plástico y eso definitivamente no es conveniente.

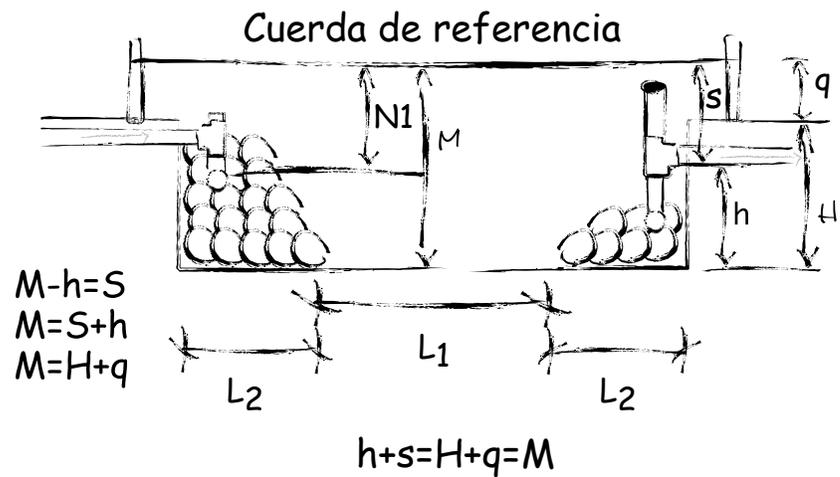


Las piedras se empiezan a colocar en capas, acomodándolas con cuidado.

d. En el extremo definido para la salida de la biojardinera, sobre la primera capa de piedras y separado 5 cm de la pared, se coloca el tubo para la salida de las aguas tratadas. El tubo debe quedar bien horizontal, esto se puede verificar tomando medidas desde las cuerdas hacia abajo. Como las cuerdas estarán al mismo nivel, las distancias deberán ser las mismas.



e. Ese tubo de salida debe tener un "pedazo" de tubo de PVC vertical en la T. La longitud final del mismo se determinará con la altura "h" que se requiere tenga el agua en la biojardinería. La altura de salida se define con el nivel inferior del tubo que saldrá en forma horizontal de la T colocada en el tubo vertical.

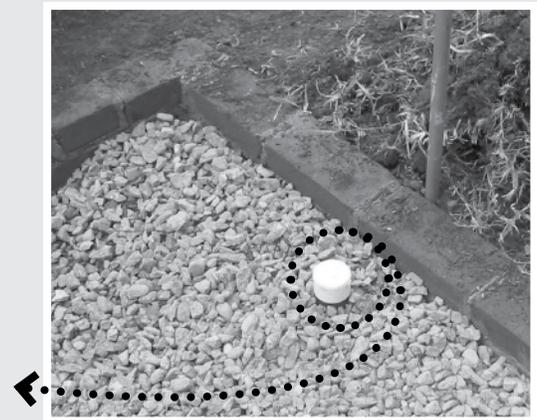


f. Ese tubo horizontal para la salida de las aguas de la biojardinería deberá estar a una distancia "s" desde las cuerdas de nivel. De la medida "M", desde las cuerdas, definida anteriormente, se quita la distancia "h" del diseño para encontrar esa distancia "s".

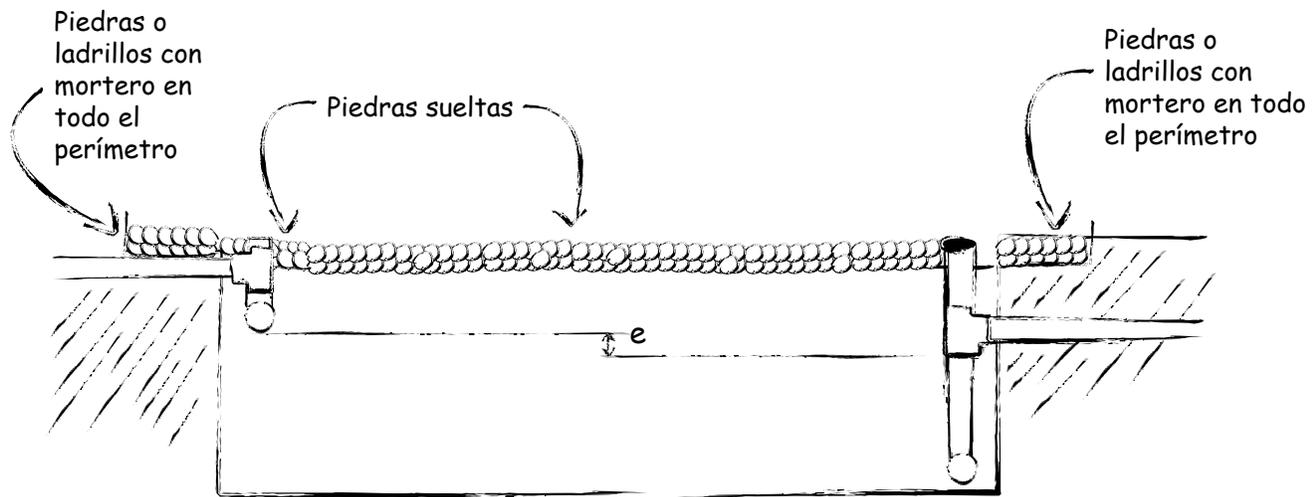
g. El fondo del tubo horizontal (N1) para la entrada del agua debe estar más arriba que la altura definida para el fondo "s" del tubo por donde estará saliendo el agua. Esa diferencia es la distancia "e" definida con el diseño. Entonces, el fondo de ese tubo de entrada, debe estar a una distancia "N1" desde las cuerdas de nivel. ($N1 = s - e$).

h. Ambos tubos de distribución y recolección del agua tendrán como prevista una entrada o punto de inspección. Esto es un pedazo de tubo de PVC vertical prolongado hasta la superficie superior y libre de la biojardinería. Estos tubos salen a partir de las T's que dirige el agua de ingreso y la de salida.

i. En la parte superior de estos tubos se coloca una tapa de PVC, sin pegamento, la cual se podrá quitar y poner, que permitirá hacer inspecciones para verificar el nivel de agua de la biojardinería.



8. ÚLTIMOS DETALLES DE ESTA PRIMERA ETAPA DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN



a. Es necesario proceder con el terminado perimetral de la biojardinería. Esto se hará, doblando los rebordes del plástico y colocando piedras o ladrillos sobre ese trecho, utilizando mortero (cemento y arena) de pega. Se hace la mezcla, se pone una base y se van pegando las piedras o ladrillos.

b. Ese reborde, además de sostener el plástico, impide que cuando llueve el agua escurra hacia la biojardinería e identifica el sitio en forma conveniente.

c. El relleno final o acabado con piedra pequeña se hace, tratando de completar desde el nivel de las cuerdas una misma distancia. La cual será aproximada a la distancia "q" que se ha venido utilizando o ligeramente menor.



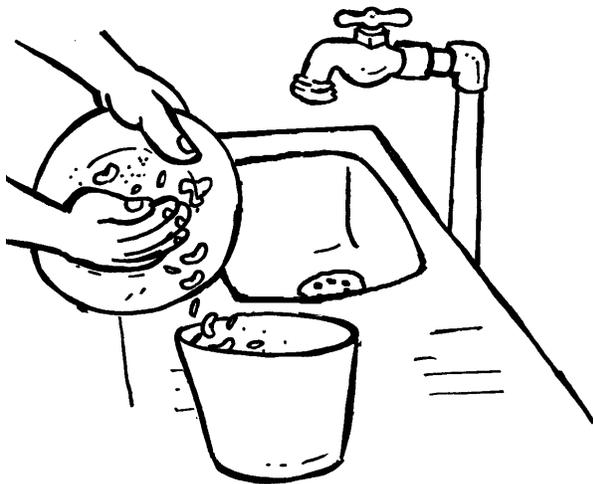
d. El tubo de entrada, utilizado para distribuir uniformemente el agua que llega desde el tratamiento primario, debe quedar cubierto con piedra (sin mezcla o sin mortero de pega), para proteger que cada una de las aberturas no sea taponeada por cosas que le puedan caer.

II parte: Pasos para la construcción del tratamiento primario

Como se ha venido anotando, el pretratamiento o tratamiento primario es fundamental para la vida de las biojardineras. Con él se remueven partículas que flotan, principalmente grasosas (provenientes en muchos casos del lavado de platos, del cuerpo de las personas, espumas, etc.) y partículas pesadas que se sedimentan (estos pueden ser sobros de comida, pedazos de jabón, etc.). Esa materia NO debe llegar hasta la biojardinera porque la "taquean" y pueden descomponerse entre las piedras, descontrolando el proceso de extracción de contaminantes y el de inyección de oxígeno que se pretende lograr con las raíces de las plantas.



Mal manejo de desechos sólidos



Buen manejo de desechos sólidos

Este pretratamiento es necesario porque a pesar de las buenas costumbres para el manejo de desechos sólidos (biodegradables o no biodegradables) y el uso racional del agua en las viviendas, es posible que aún se vayan por las tuberías de evacuación "algunas" partículas que si no se quitan, dañarán a la biojardinera.

I. CARACTERÍSTICAS PARA LOS RECIPIENTES

Al definir el volumen requerido para el pretratamiento, desde el trabajo técnico especializado con el que se estiman las correctas dimensiones de una biojardinera, se toma en cuenta la necesidad de un tiempo para la retención hidráulica, el cual es demandado para la apropiada sedimentación de partículas. Así también la persona especializada, en sus cálculos tomará en cuenta tiempos para una breve retención por biodigestión de partículas y otro espacio necesario para la acumulación de materia (o período a definir como lapso apropiado entre limpiezas).

- a. La acumulación de partículas y el tiempo que pasa, provoca la biodigestión de la materia, por lo que se forman gases y se producen olores no agradables.
- b. Entonces, se insiste que el volumen que se requiere para las acciones del pretratamiento depende de la cantidad de ocupantes por vivienda, por lo que para cada caso es importante tener el dato correcto que corresponda.



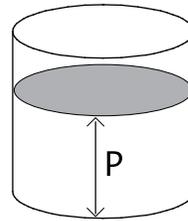
Recipiente pequeño para una familia de 3 personas



Recipiente grande para una familia de 8 personas



- c. El volumen que se anota como requerido, después de los cálculos que corresponden, es el volumen de los líquidos, NO es el volumen total o máximo del recipiente que se vaya a utilizar.



Ese volumen requerido es el que se determine como la cantidad de agua que almacenará, la cual estará definida por las dimensiones del recipiente (diámetro) y la profundidad "P" que tendrán los líquidos dentro de él.

EL RECIPIENTE TOTAL TENDRÁ UNA ALTURA MAYOR A "P". Esto significa que por lo general el recipiente, al ser más alto que "P" puede contener más volumen del necesario. El volumen de altura "P" será definido por la posición a la que se coloquen las T's.

- d. Se pueden reutilizar estañones (bidones) plásticos de los que originalmente sirvieron para el transporte de materia prima, como aceites, perfumes o concentrados para fabricación de confites, etc. (no es conveniente utilizar recipientes que hayan tenido químicos, plaguicidas o cualquier sustancia tóxica). También se pueden utilizar unidades en plástico reforzado con fibra de vidrio o construidas en concreto.

e. Se propone la colocación de al menos dos recipientes porque de esa manera se obtienen mayores distancias y “obstáculos en el recorrido” para favorecer una mejor sedimentación. Y porque de esa manera igualmente se “rompe” la velocidad con la que sale el agua de la vivienda, provocándose un flujo más lento y uniforme; antes de hacer la distribución de agua en todo el ancho de la biojardinera. Se pueden utilizar más de dos recipientes, siempre teniendo en consideración que esta etapa para el tratamiento de aguas grises demanda un volumen, de acuerdo a la cantidad de personas en la vivienda.



f. Es necesario contar con tapa en esos recipientes para impedir que los gases simplemente estén saliendo en niveles muy bajos, afectando a las personas que por ahí se encuentren o pasen. Esas tapas deben cerrar en forma hermética.

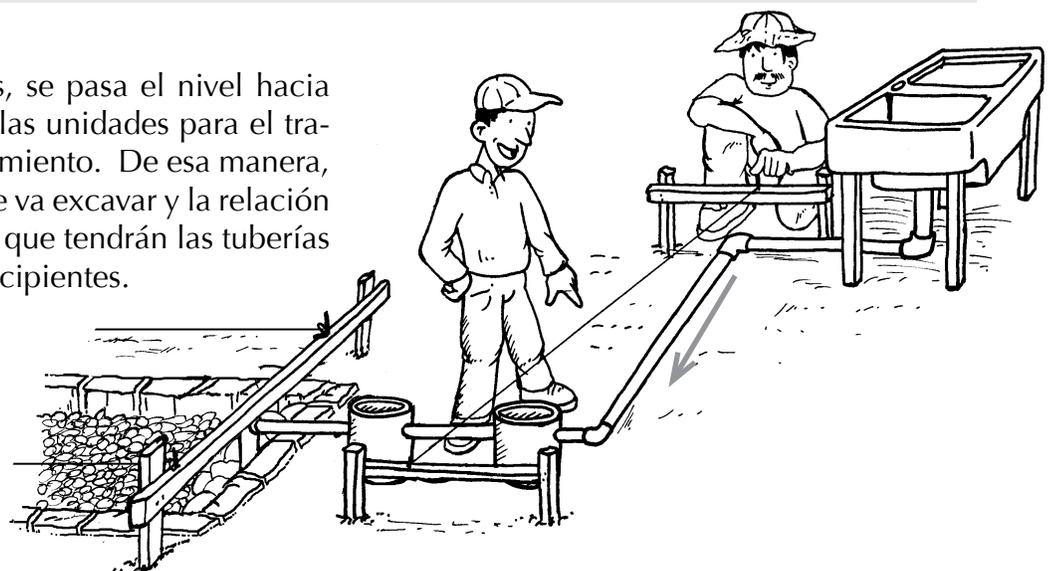
g. Los dos recipientes se comunican por medio de tuberías, como más adelante se dan los detalles. Y por medio de una tubería de ventilación se extraen los gases que en ellos se forman. Esa tubería saldrá de un “punto alto”, del primero de esos recipientes.

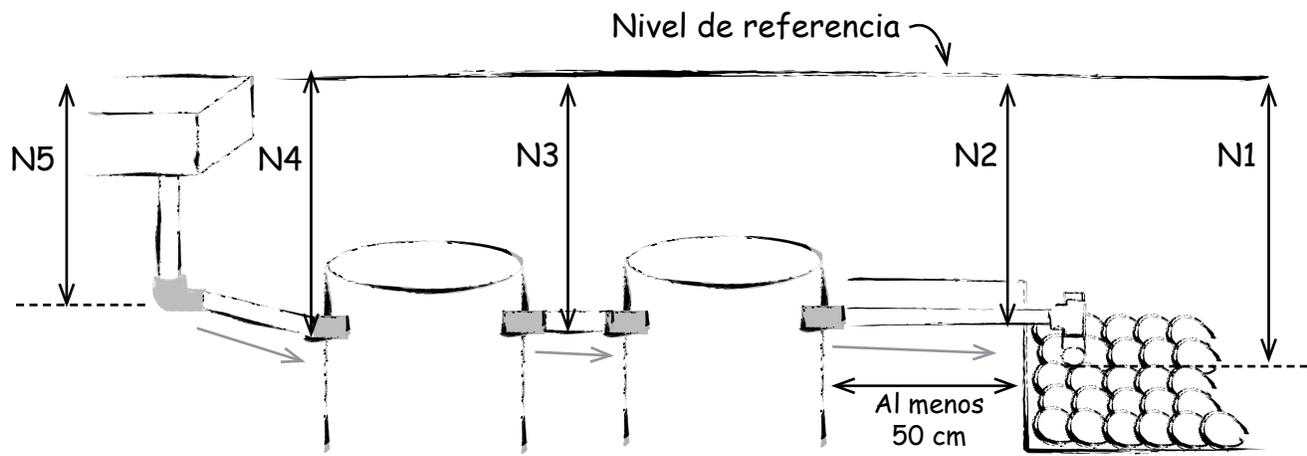
h. El agua siempre debe entrar por un lado del recipiente y salir por el lado opuesto.



2. VERIFICACIÓN DE NIVELES

a. Utilizando otras estacas, se pasa el nivel hacia el sitio donde se colocarán las unidades para el tratamiento primario o pretratamiento. De esa manera, será posible definir cuanto se va excavar y la relación correcta con la profundidad que tendrán las tuberías de entrada y salida de los recipientes.





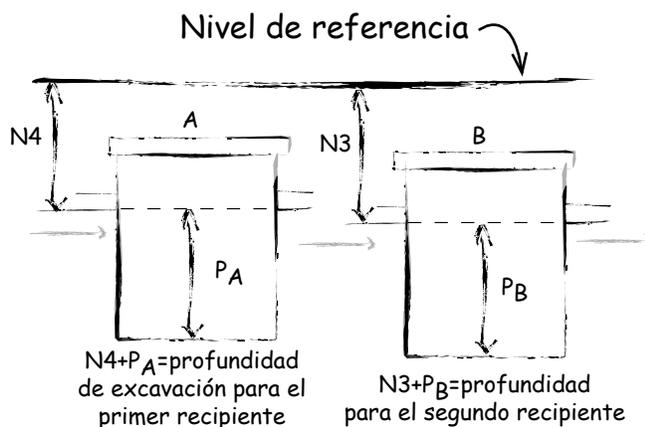
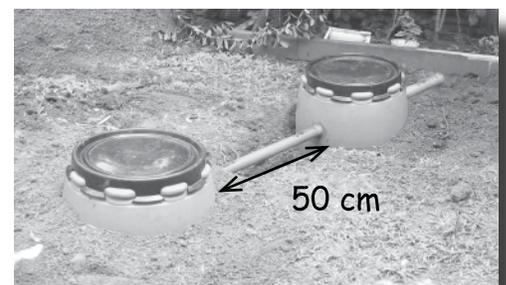
- N1: Nivel del fondo del tubo o canal de distribución.
- N2: Nivel del fondo del tubo que lleva el agua a la biojardinera.
- N3: Nivel del fondo del tubo entre unidades del pretratamiento.
- N4: Nivel del fondo del tubo que llega al pretratamiento.
- N5: Nivel del fondo del tubo que sale de la casa con las aguas grises.

b. El nivel (N2) de la boca de la T para el tubo de entrada a la biojardinera es el que manda. Y de ahí hacia atrás se van definiendo los niveles apropiados para la colocación de las unidades para el pretratamiento (N3 y N4). Se pueden tener esos otros niveles a pocos centímetros más arriba de la biojardinera, pero no a más de 7 cm.

c. Las unidades para el pretratamiento deben estar cerca de la biojardinera pero, separados de ella al menos 50 cm.

d. La profundidad para la excavación necesaria del terreno se define a partir del nivel que se requiere como altura para los tubos de entrada en cada recipiente. Ese nivel se ha definido a partir de la profundidad de líquidos "P" requerida. Así como, esa profundidad de excavación se define tomando en cuenta el tipo de recipiente a utilizar.

e. Esas profundidades de excavación se verificarán a partir de las cuerdas de nivelación que se coloquen. Es posible en algunos casos contar con recipientes que nos proporcionan diferente altura (PA y PB) para los líquidos que almacenan.



- f. Entre recipiente y recipiente se debe también contar con una separación de por lo menos 50 cm.
- g. Ya colocados los niveles para los recipientes, se verifican también las condiciones para definir los elementos o tuberías de entrada a todo el sistema, provenientes de la vivienda.

3. FIGURAS DE PVC EN LOS RECIPIENTES PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE LÍQUIDOS Y SALIDA DE LÍQUIDOS

a. Definido el nivel correcto que se necesita en cada tanque (profundidad P de líquidos), se procede a hacer las perforaciones circulares que se necesitan. Esa perforación se hace utilizando un taladro o un berbiquí con una de las brocas (o sacabocados) que normalmente son usadas para la instalación de un llavín en una puerta. Por supuesto que el diámetro de esa broca debe coincidir con el diámetro externo de la pieza de PVC a colocar. Para las condiciones de una vivienda con no más de 7 personas, por lo general se trabaja con diámetros en 38 mm.



b. Si no se cuenta con la broca que determine la perforación exacta, el agujero se puede hacer con otra broca de menor diámetro y el acabado para la dimensión correcta se logra con la ayuda de una cuchilla filosa.

c. Marcados los puntos apropiados y realizada la perforación se procede a colocar las piezas que harán las conexiones entre el tanque y los tubos que llegan o salen, como con las T's que se deben colocar a lo interno. Unas figuras apropiadas son uniones de PVC (estas figuras tienen la particularidad de ser "campanas" para la entrada de los tubos por ambos lados).

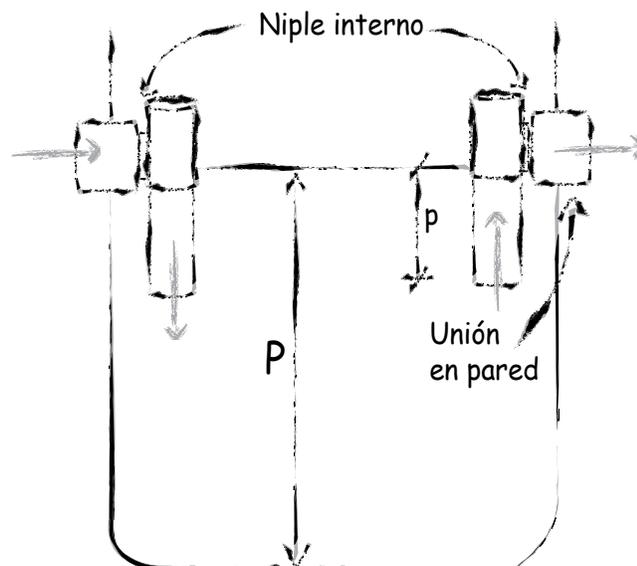


d. Esa unión se pasa a través de las paredes del recipiente, se centra y se fija utilizando el silicón. Debe quedar bien centrada y nivelada. Se deja el tiempo recomendado por el fabricante del silicón, para que exista garantía de la calidad esperada para esa pega. La cual debe ser resistente y debe ser hermética, impidiendo el derrame de agua, o la salida de gases.

e. En cada recipiente se colocan T's para la entrada y para la salida de las aguas. Estas figuras tienen la función de ser una "pantalla" reductora de la velocidad que pueda traer el agua y a la vez ser el medio utilizado para detener las partículas que flotan. De esa manera se provoca la retención de grasas, para que no pasen hacia la biojardinera.



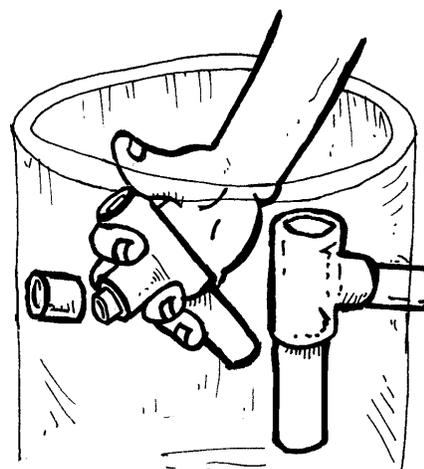
f. Sin embargo, se debe tener muy claro que el asunto no solo es colocar las T's, sino de prolongar la longitud de esas figuras una distancia hacia abajo, dentro de los líquidos, para que la efectividad de la pantalla sea mayor. Esa distancia "p" será por lo menos un 40% de la profundidad total de líquidos "P" que se tendrá con los recipientes a utilizar (Si $P=60$ cm, entonces $p=24$ cm).



g. A cada una de las T's se le pegan los "niples" (pedazos adicionales de tubo), utilizando el pegamento solvente apropiado. **Se pega el pedazo que va hacia abajo, como el pedazo que entrará en la figura que se coloque en la pared del recipiente.** Antes de manipular o colocar en la posición final a esas piezas se ha dejado el tiempo recomendado para asegurar que la pega sea buena.

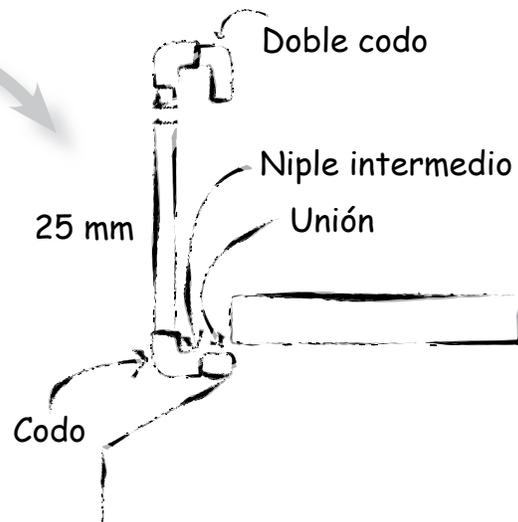
h. Tanto las figuras a la entrada, como las de la salida, se colocan a la misma altura o profundidad en cada recipiente, una opuesta a la otra.

i. Es importante tener muy claro el siguiente paso, para cuando ya los tanques estén bien colocados en su sitio. Las T's, con sus pedazos de tubo ya pegados, se conectarán a las uniones en los recipientes **pero, no se les colocará pegamento.** Esto se hace así para que esas T's se puedan estar quitando. Se facilitará de esta manera el mantenimiento, principalmente para las acciones cuando se quieran remover los sólidos o partículas que se hayan sedimentado.



4. FIGURAS DE PVC EN UNO DE LOS RECIPIENTES PARA LA SALIDA DE GASES

a. Es importante colocar esta línea de ventilación o chimenea, para conducir los gases con malos olores llevándolas hasta una altura conveniente. Esa altura debe estar “sobre la nariz de las personas”, por lo que se ubica apoyada en la pared de la casa o en un árbol cercano.



b. Solo en el primer recipiente se coloca la tubería para la extracción de gases. Los gases que se puedan formar en el segundo tanque, pasarán al primero por medio de la parte superior de la T de entrada.



c. En el recipiente donde se coloca esa línea de ventilación, se ubica la salida de ella en la parte más alta del recipiente, porque los gases tienden a acumularse en las partes altas. Esa salida y esa línea de ventilación se recomienda colocarla en un diámetro no menor a 25 mm.

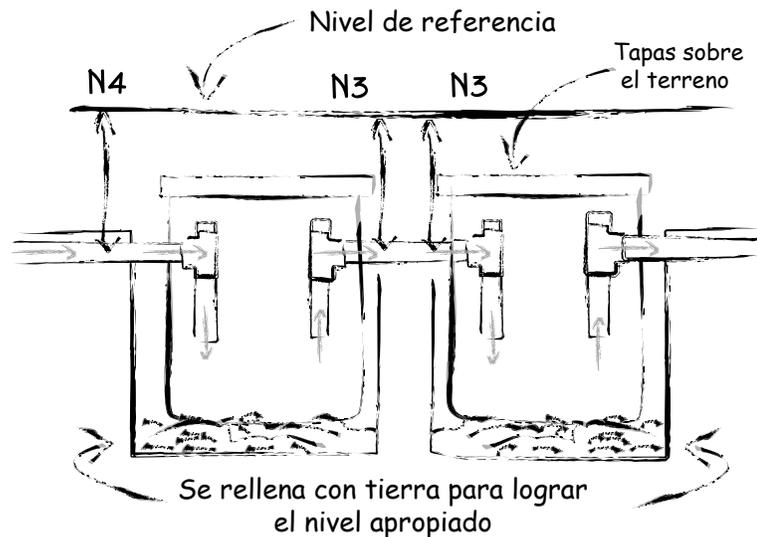
d. Se marca la salida y para la perforación del caso se utiliza una broca (o sacabocados) semejante a la utilizada para las otras perforaciones, en las dimensiones o diámetro que ahora corresponde.

e. Se coloca una unión de PVC a través de la perforación y utilizando nuevamente silicón se fija al recipiente en forma correcta. La pega de esa unión debe quedar sin fugas.



5. COLOCACIÓN DE LOS RECIPIENTES EN LAS EXCAVACIONES

a. Cada recipiente se coloca en la excavación que le corresponde. Se verifican niveles, principalmente los que corresponden a las entradas y salidas de los tubos.



b. Ya con esos tanques en posición se procede a cortar y colocar en su lugar el tubo necesario entre tanques y el tubo que conectará el tratamiento primario con la biojardinera.

c. Es de resaltar que en los tanques se tendrán uniones para recibir el tubo y en la biojardinera se tiene la boca de una T.



d. Luego de tener los tubos colocados se procede a "echar" material a los lados de los recipientes y a compactar ese suelo. Cuando se hace este trabajo es conveniente ir también colocando agua dentro de los recipientes, para que no se "aplasten" con la presión del suelo cuando se esta compactando. Esto incluso ayuda, debido a su mayor peso, a determinar en forma más segura la posición correcta de los tanques y requerida por los niveles.



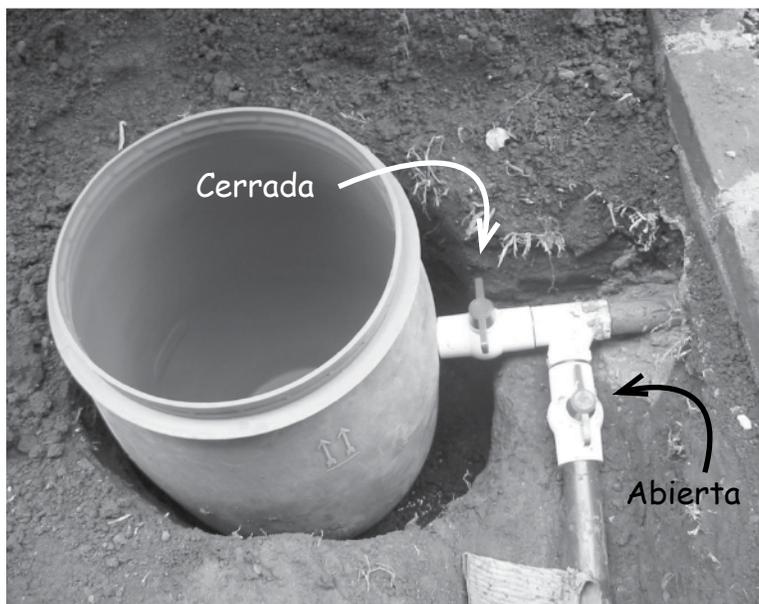
III parte: El vertido ó aprovechamiento de las aguas tratadas

Las aguas al final de las etapas anteriores (tratamiento primario y biojardinera) de este proceso alternativo de tratamiento, aún deben conducirse a sitios donde su impacto sea lo menos negativo posible con el medio donde se encuentren. Toda el agua que entre por las unidades de tratamiento casi es la misma, en cantidad, del agua que sale. Lo que se ha hecho es “quitarle” contaminantes, para que su calidad sea menos perjudicial con el ambiente. Esta agua que sale NO ESTA totalmente limpia, aún tendrá algunos contaminantes.

Se dan tres posibilidades: reutilizar el agua, infiltrarla en el terreno circundante o hacer un vertido en algún cauce superficial cercano.



I. UNIDADES Y SALIDA DE AGUAS TRATADAS



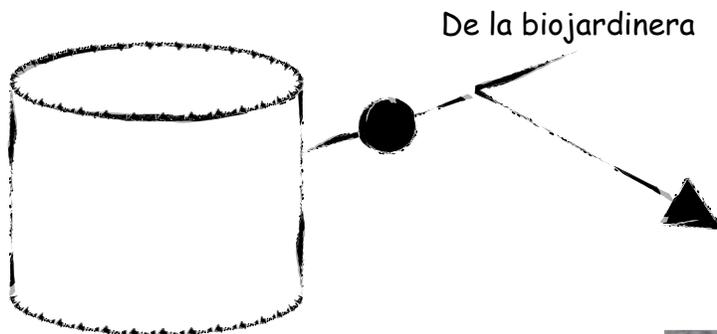
a. El reuso de las aguas tratadas adquiere mayor relevancia en la época seca, de no lluvia. Porque de esa manera es posible aplicar esa agua en jardines, patios o para aplacar el polvo de los caminos frente a las viviendas.

b. Ante esta posibilidad, entonces se puede colocar un juego de llaves (válvulas) a la salida de la biojardinera. De manera que cuando conviene, el agua se conduce hacia un tanque para su almacenamiento y donde se facilite su aprovechamiento. Para cuando no se necesite el agua tratada, entonces accionando las válvulas, se podrá conducir ese líquido hacia la zona de infiltración o hacia el punto de descarga que se haya definido ambientalmente como apropiado.

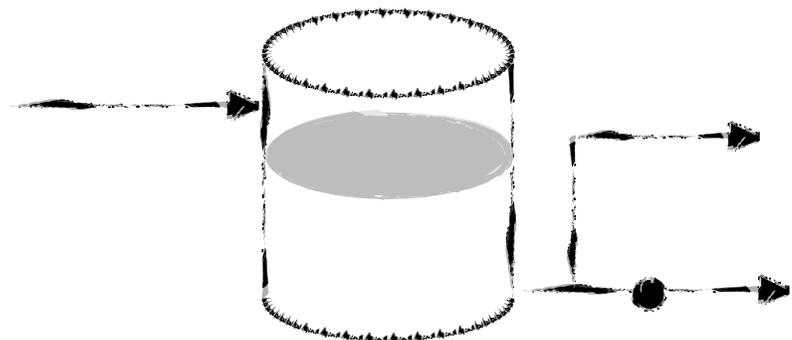


c. Una de las válvulas, la que vaya hacia el tanque estará abierta cuando se requiera almacenar agua, mientras la otra válvula se mantiene cerrada. El otro caso sucede cuando se tiene cerrada la válvula hacia el punto de almacenamiento y abierta la válvula que permite que el agua siga hacia el punto de vertido que se tenga.

d. Se pueden dar otros arreglos con la forma de colocar esas válvulas. Es posible por ejemplo, colocar solo la válvula hacia el tanque donde el flujo se acomodará según se va necesitando y en forma autónoma (libre) se logren los niveles máximos posibles en ese tanque (ya que cuando esté lleno, por asunto de niveles no le entrará más agua).

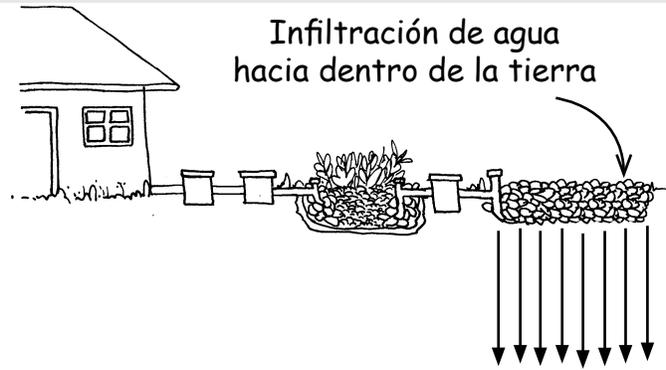


e. También puede que se coloque un tubo de salida por el fondo del tanque. El cual, al salir se conecta a una T y podrá tener colocada la válvula en la rama horizontal siguiente, en el nivel inferior, de manera que se controle la cantidad de agua en el tanque, pudiéndose incluso de esta manera facilitarse el vaciado completo. Por la rama vertical de la T, se levanta el tubo hasta el nivel de líquidos que se quiere en el tanque, donde por medio de un codo se seguirá conduciendo el agua hasta el punto de utilización o vertido que corresponda. Esta posibilidad se permite cuando se cuenta con terreno en pendiente.

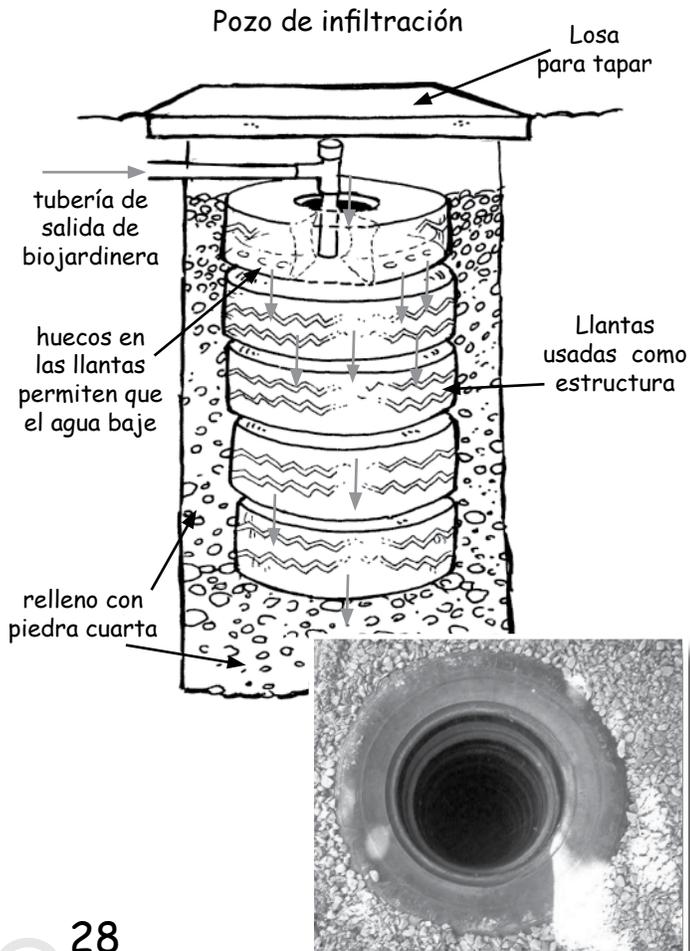
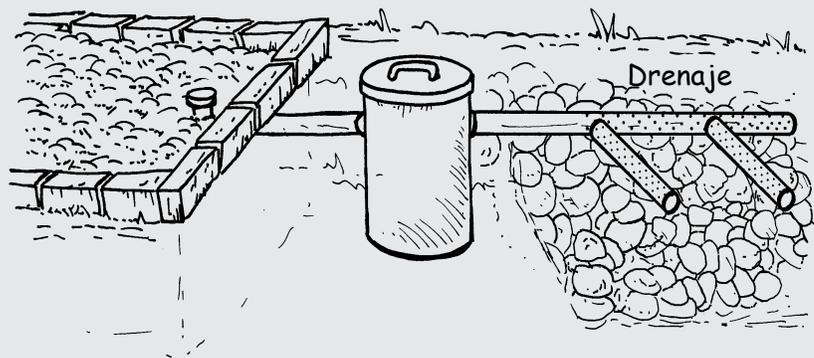


2. SITUACIONES POR VERTIDO

a. El agua tratada que no se vaya a reutilizar se podrá infiltrar. Por ello, el terreno requiere tener capacidad para absorber todo el volumen diario que se produzca. Tanto en época seca como en época de lluvia.



b. El agua que se coloque en el suelo por infiltración se conduce por el terreno por medio de zanjales o drenajes. Estos drenajes se deben calcular a partir de los resultados que provean las pruebas de infiltración. De esa manera, se determinan las dimensiones, la forma más apropiada y requerida.



c. Ante la necesidad de contar con otras posibilidades para colocar el agua en el suelo, también se puede recurrir a utilizar pozos de infiltración. Así no dejamos regueros de agua, ni charcos molestos. El diámetro y profundidad de uno de estos pozos se define según sea la capacidad que tenga el suelo para recibir agua.

d. El agua tratada que no se vaya a utilizar se podrá conducir hacia un curso permanente de agua. Para lo cual, se deben llevar a cabo muestreos y pruebas de laboratorio, por medio de las cuales se esté demostrando que los parámetros de calidad establecidos por reglamentos vigentes se estén cumpliendo.

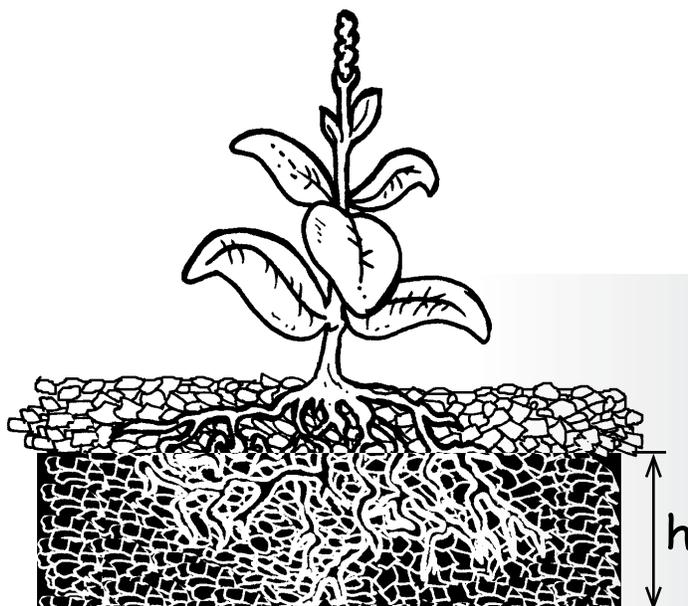
e. Las aguas tratadas por las biojardinerías que se hayan construido respetando las dimensiones definidas tanto por las costumbres de las personas como los parámetros de funcionamiento pretendidos, permitirán una calidad razonable del agua tratada saliendo.

IV parte: la siembra de las plantas

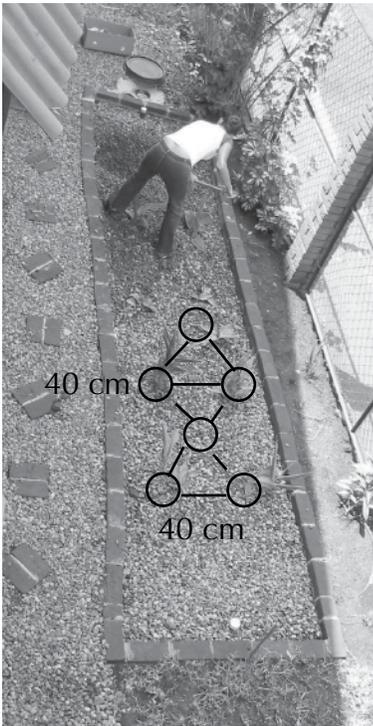
Las biojardineras completan su funcionamiento cuando se colocan plantas. Estas plantas son las que normalmente viven en agua, en zonas de pantano. Algunas de ellas son platanillos, heliconias, papiros, lágrimas de san Pedro. Algunas dan flores, otras solo dan su verde follaje.

Las plantas utilizadas en las biojardineras crecen entre las piedras, no en tierra. Llevando sus raíces hasta donde está el agua.

Para que el sistema de tratamiento verdaderamente funcione, se requiere que las raíces de esas plantas hayan crecido lo suficiente y tejido una red subterránea de raíces. El buen funcionamiento de todo ese sistema se evidenciará con la calidad del agua en la salida. Al principio, se estará dando la filtración del agua en forma solo "física", al pasar por el material de filtrado que se colocó. Luego, ese filtrado primario se completa con el filtrado biológico que permitirán las redes de raíces que se vayan formando. De esa manera, las raíces extraen materia orgánica y nutrientes (compuestos con nitrógeno o fósforo) que estén contenidos en las aguas bajo tratamiento. También por medio de las raíces, esas plantas permitirán la inyección de oxígeno en esa agua y podrán provocar evapotranspiración (agua saliendo por evaporación, al intervenir la acción del sol o la misma respiración que pueden llevar a cabo las plantas).



El nivel del agua siempre estará bajo el nivel de la superficie de la biojardinera. Y esa profundidad es la altura "h" que se definió en el proceso de diseño y construcción para el nivel de salida de los líquidos en la biojardinera.



a. Se debe definir un esquema o distribución de las plantas, en toda la superficie de la biojardinera. Específicamente considerando la zona que tiene el material de filtrado de menor tamaño.



b. Esa distribución se pretende para cuando las raíces crezcan y éstas no se “cierren” demasiado. Una separación apropiada es de 40 a 50 cm, en todas las direcciones de esa superficie.

c. En los puntos definidos para la colocación de las plantas se escarba el material filtrante desde la superficie hasta por lo menos 15 cm **más abajo del nivel del agua**. En ese sitio se colocan las plantas y se tapa el agujero ya con la planta, volviendo a colocar el material filtrante anteriormente removido.

El tratamiento completo, para lograr la capacidad plena de la biojardinera, por lo general se estará evidenciando no antes de 4 meses de haber iniciado su funcionamiento (con plantas y todo).



V parte: Calculando el tamaño de nuestra biojardinera: situaciones típicas

1. ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA

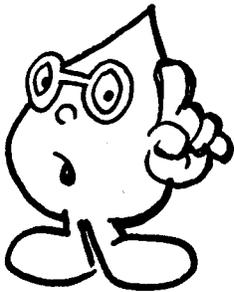
Para calcular el tamaño que debe tener nuestra biojardinera es necesario saber con la mayor exactitud posible, la cantidad de agua que recibirá al día. Para esto es necesario conocer 2 elementos:

- la cantidad de personas que viven en la vivienda.
- la cantidad de agua que gastan esas personas.

Por ello, es muy importante conocer las costumbres que las personas tengan sobre el uso del agua, para estimar de mejor manera el tamaño de cada una de las partes que intervienen en las etapas de este proceso alternativo de tratamiento para aguas grises domésticas.



Eduquémonos para no desperdiciar el agua



Es importante resaltar que si el sistema se construye de dimensiones menores a las realmente necesitadas, su eficiencia será menor. La experiencia ha mostrado que el tiempo de retención hidráulica (útil para determinar la velocidad a la que va pasando el agua por la biojardinera) y para el cual se deben dimensionar estos sistemas para el tratamiento alternativo de aguas grises debe estar entre 3 y 5 días. Un tiempo de retención de 5 días dará sistemas más eficientes, donde el agua saliendo será de mejor calidad; teniendo a la vez claro que ese tiempo de retención mayor significa, mayores dimensiones y así mayores costos de construcción.



Las dimensiones para biojardineras que a continuación se presentan, consideran la utilización de plástico de 3,0 metros de ancho, dada la disponibilidad de esas dimensiones en el mercado. Porque como se explicó, ese material debe ser una sola pieza, forrando tanto las paredes y el fondo de la biojardinería. Por ello, se ha uniformado el ancho (B) de las biojardineras para todos los casos propuestos en 1,50 metros. Cada una de esas dimensiones y las letras que las identifican en la tabla que sigue, están de acuerdo a las mismas letras en los esquemas que se han venido presentando, en todo este manual.



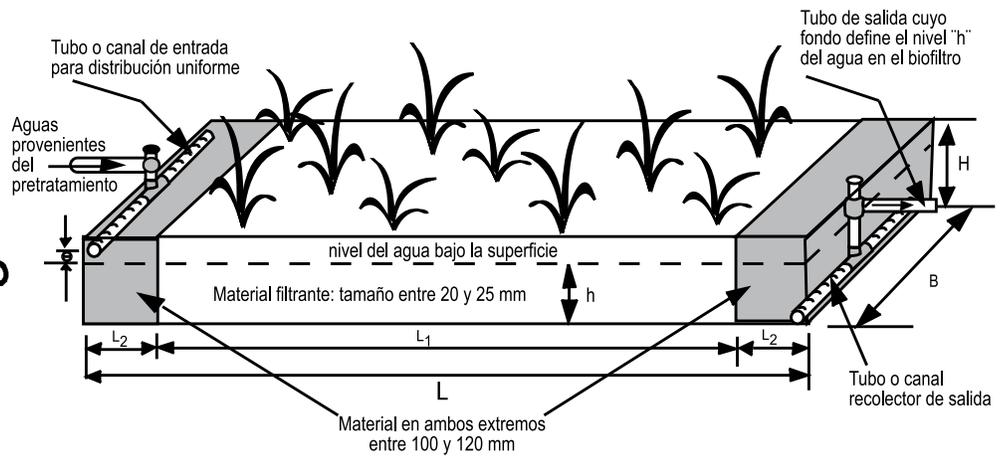
En el resumen que seguidamente se muestra, se estimaron dos situaciones sobre el volumen de aguas grises aproximado que produce una persona, en un día.

- a. La primera situación se calcula con base a la producción de 200 litros de aguas grises por persona en un día (un 80% de 250 litros considerados como la dotación tradicional de agua total diaria en Costa Rica y muchos otros países latinoamericanos).
- b. Luego, se muestran las necesidades por dimensiones y materiales para el caso donde se producen 120 litros por persona al día (en condición de otras costumbres sobre el uso del agua, tendientes a valores de mayor responsabilidad o sentido ambientalista, utilizando artefactos de bajo consumo y prácticas más razonables, entre otras).

A manera de guía y ejemplo, en las siguientes páginas se muestran las dimensiones y la cantidad de materiales requeridos para 3 casos específicos, cada uno de ellos, según la cantidad promedio de agua que gastan, 200 o 120 litros diarios por persona:

1. Familia de 4 personas.
2. Familia de 7 personas.
3. Familia de 10 personas.



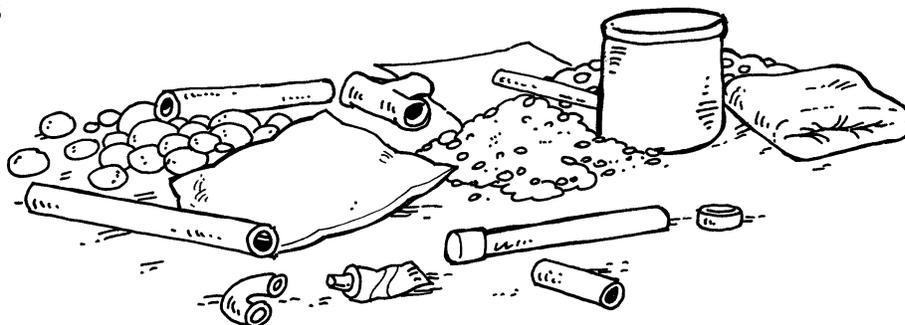


CARACTERÍSTICAS DE LA BIOJARDINERA	Unidades	Dimensiones para					
		4 personas (200 l/p-d)	4 personas (120 l/p-d)	7 personas (200 l/p-d)	7 personas (120 l/p-d)	10 personas (200 l/p-d)	10 personas (120 l/p-d)
Ancho: B =	m	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Largo: L =	m	5,70	3,50	10,00	6,00	14,00	8,50
Profundidad excavación: H =	m	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Grava: L ₁ =	m	4,56	2,80	8,00	4,80	11,20	6,80
Piedra: L ₂ =	m	0,57	0,35	1,00	0,60	1,40	0,85
Diferencia entrada/salida: e =	m	0,06	0,04	0,08	0,06	0,14	0,09
Altura agua: h =	m	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Tiempo retención hidráulica =	días	3,21	3,28	3,21	3,21	3,15	3,19

2. LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS REQUERIDOS

Se anotan en esta lista los materiales de acuerdo a la cantidad de personas y el estimado de aguas grises que cada persona podría estar produciendo. Se resalta que en este listado de materiales requeridos por el tratamiento primario o pretratamiento, se está dando la cantidad y volumen necesario de líquidos en los recipientes a usar; asumiendo la utilización de estañones plásticos o bidones comerciales. Si no se utilizaran recipientes de este tipo, la unidad para el pretratamiento requerida completa el volumen de líquidos que sumen todos los recipientes que para cada caso se están anotando (si se anota: 2 de 68 litros, entonces al construir uno solo, éste deberá permitir **un volumen total de líquidos** de 136 litros).

No se incluyen los materiales requeridos para la conexión entre la salida de la casa y los recipientes para el pretratamiento.



Material requerido		Cantidades para:					
		4 personas (200 l/p-d)	4 personas (120 l/p-d)	7 personas (200 l/p-d)	7 personas (120 l/p-d)	10 personas (200 l/p-d)	10 personas (120 l/p-d)
PARA TRATAMIENTO PRIMARIO							
Recipientes plásticos, con tapa:	unidades	2 de 84 lt (22 gal)	2 de 68 lt (18 gal)	2 de 148 lt (39 gal)	2 de 120 lt (32 gal)	3 de 141 lt (37 gal)	2 de 171 lt (45 gal)
T's PVC sanitarias de 38 mm (1,5 pulg)	unidades	4	4	4	4	4	4
Tubería PVC, sanitaria de 38 mm (1,5 pulg)	m	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Uniones PVC de 38 mm (1,5 pulg)	unidades	4	4	4	4	4	4
Tubería PVC, de 25 mm, (1,0 pulg) para ventilación	m	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Unión PVC de 25 mm (1,0 pulg)	unidades	1	1	1	1	1	1
T's codos sanitarios de 25 mm (1,0 pulg)	unidades	3	3	3	3	3	3
Colador /pascón de mediano a grande, para limpiezas	unidades	1	1	1	1	1	1
Tubo silicon	unidades	1	1	1	1	1	1
PARA BIOJARDINERA							
Piedra tipo gavión, entre 4 y 5 pulgadas	m ³	1,32	0,81	2,31	1,39	3,23	1,96
Piedra cuarta, entre 3/4 y 1 pulgada	m ³	5,27	3,23	9,24	5,54	12,94	7,85
Plástico de 0,7 mm de espesor, 3 mancho útil (doble)	m	7,30	5,10	11,60	7,60	15,60	10,10
Tubería PVC, sanitaria de 38 mm (1,5 pulg)	m	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70
Tapones PVC, sanitarios de 38 mm (1,5 pulg)	unidades	6	6	6	6	6	6
T's PVC sanitarias de 38 mm (1,5 pulg)	unidades	4	4	4	4	4	4
Tubo "pegamento" PVC	unidades	1	1	1	1	1	1
Cemento o pegamix	sacos	3	2	5	3	7	4
Sacos para cubrir plástico	unidades	54	35	90	56	123	77
OTROS MATERIALES, PARA LAS UNIDADES DE SALIDA							
Recipiente plástico, con tapa	unidades	1	1	1	1	1	1
Válvulas o llaves de paso PVC de 38 mm (1,5 pulg)	unidades	2	2	2	2	2	2
Tubería PVC, sanitaria de 38 mm (1,5 pulg)	m	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
MANO DE OBRA							
1 operario +1 ayudante de operario +1 peón	días	5	3	8	5	10	7

PARA CONSULTAS ACERCA DE LA BIOJARDINERA:

**Asociación Centroamericana para la Economía,
la Salud y el Ambiente (ACEPESA)**

Telefax: (506) 280-6327, (506) 280-6291.

**Centro de Investigaciones en Vivienda y
Construcción (CIVCO), Instituto Tecnológico de Costa Rica.**

Tel.: (506) 550-2309 Fax: (506) 551-6663.

CRÉDITOS

Texto: Elías Rosales Escalante

Revisión: Maritza Marín Araya

Victoria Rudín Vega

Susy Lobo Ugalde

Olman Bolaños Vargas

Diseño gráfico: Luis Alonso Alfaro Sibaja y Olman Bolaños Vargas

Ilustraciones: Luis Enrique Gutiérrez González

Impreso por: Segura Hermanos S.A.

Octubre del 2006

Auspiciado por la Agencia para la
Cooperación Internacional de los Países Bajos
(DGIS) del Ministerio de Asuntos Exteriores.

Derechos reservados.

Partes de este manual pueden ser utilizadas,
reproducidas, garantizando los derechos de autoría.



La biojardinera es una técnica alternativa para el tratamiento de las aguas grises que hasta hace poco se viene presentando, su atractivo consiste en contar con una jardinera que da belleza a nuestra casa que al mismo tiempo mejora la calidad de esas aguas con el fin de reutilizarlas .

En el presente documento se dan instrucciones en detalle, de cómo se construye una biojardinera, explicando cada una de las etapas de este sistema y los elementos que la componen. También se explica, entre otra serie de detalles, la forma como se utilizan los materiales requeridos.

