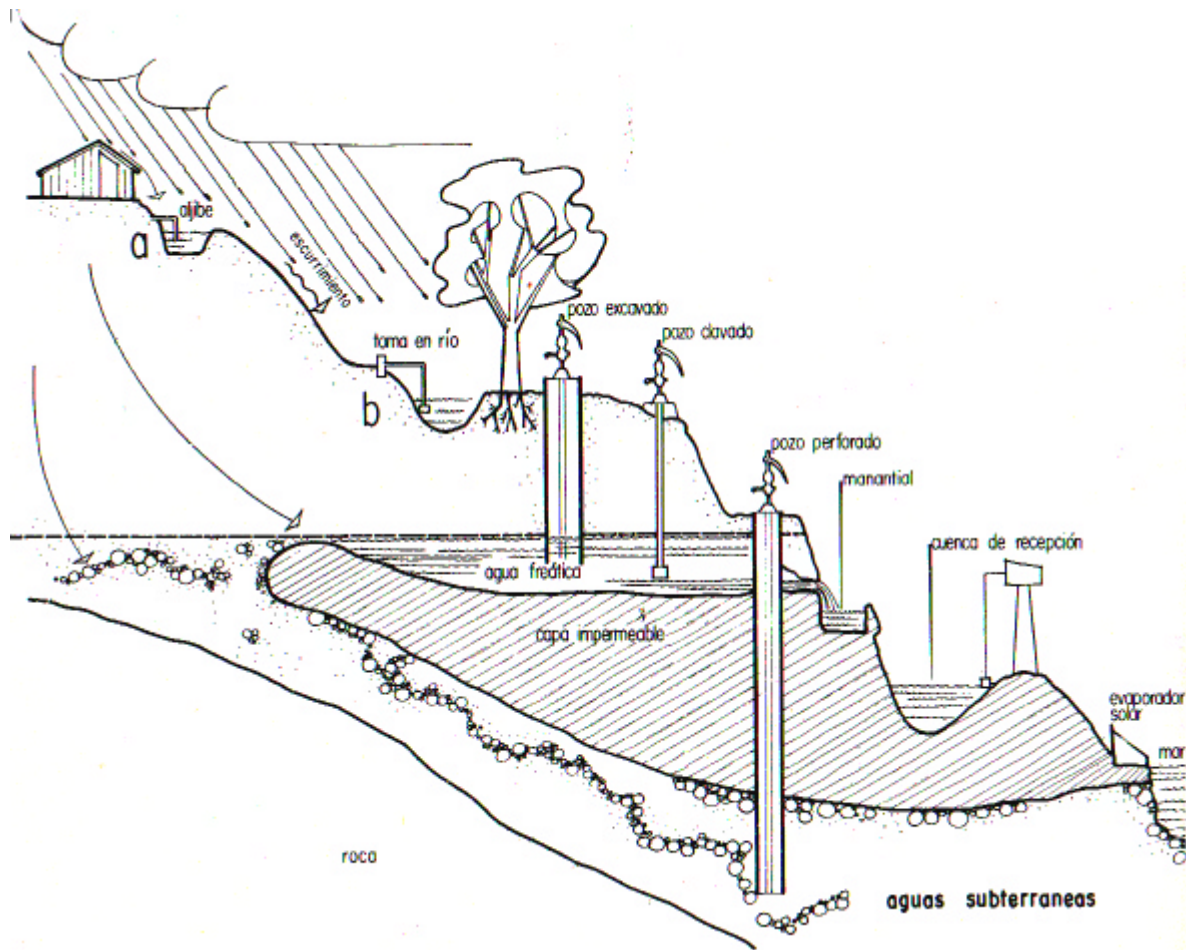


OBRAS DE CAPTACIÓN DE LAS AGUAS NATURALES

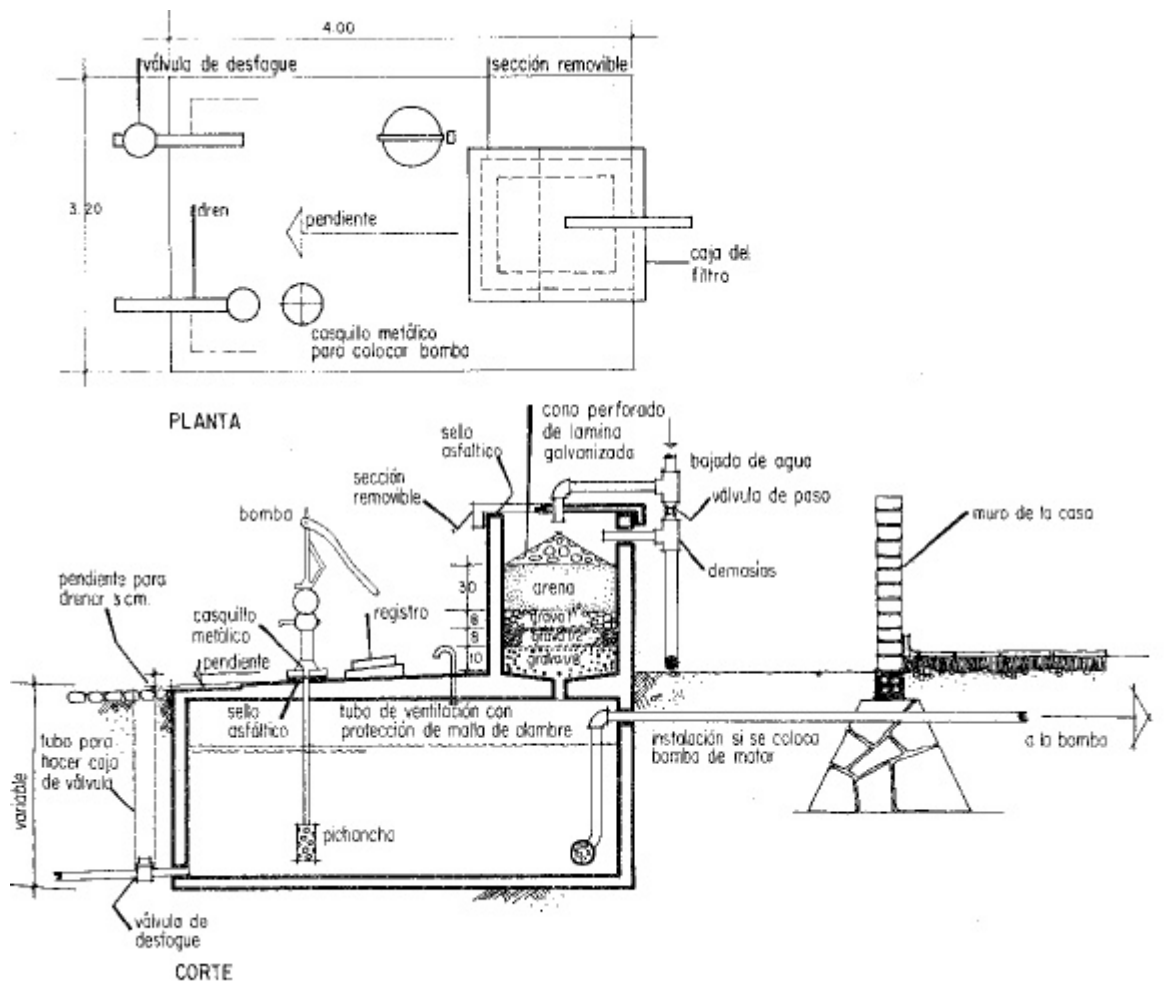
Las obras de captación son las que se construyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente abastecimiento, su localización y su magnitud.



4.2.1 AGUAS METEORICAS (LLUVIA)

Esta agua se captan antes de que lleguen a la superficie terrestre, por medio de áreas expuestas a la precipitación pluvial para luego almacenarlas en cisternas. Por lo tanto para su captación es necesario tener áreas muy grandes y sólo es suficiente para pequeñas poblaciones en donde no hay otro recurso.

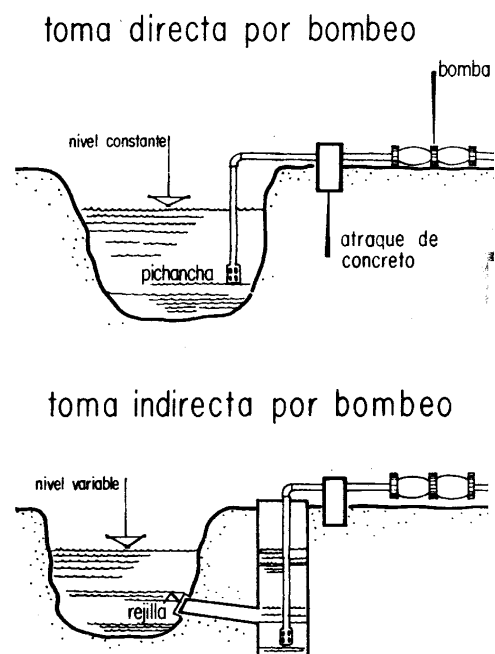
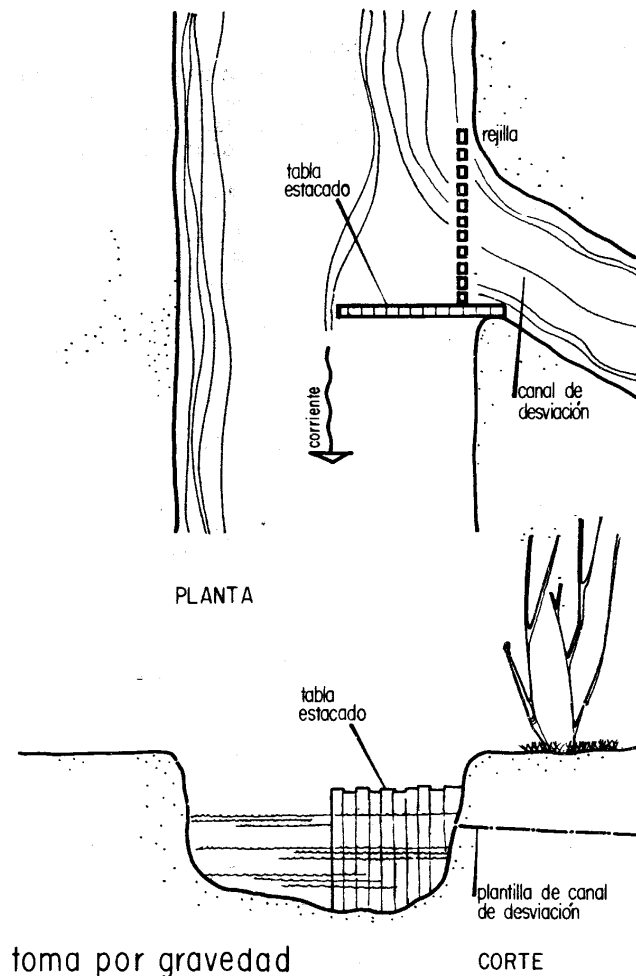
Si se coloca una bomba aspirante-impelente podrá elevarse el agua a un tinaco que distribuya el agua dentro de la casa, colocando la tubería necesaria.



4.2.2 AGUAS SUPERFICIALES

Existen diversos tipos de obras para captar las aguas superficiales, que reciben el nombre de obras de toma. Los tipos de toma más usuales en pequeños sistemas son:

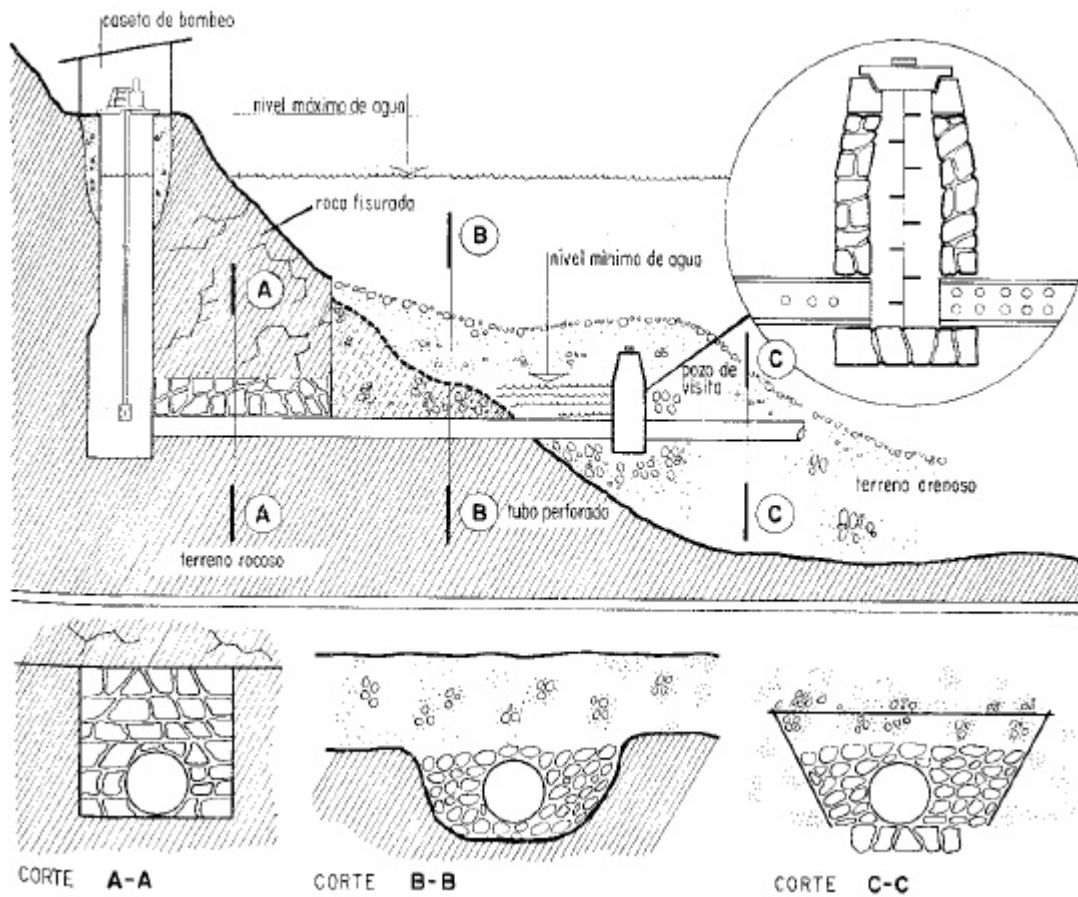
- a) Toma por gravedad.
- b) Toma por bombeo: directa o indirecta.



4.2.3 AGUAS SUBTERRÁNEAS O PROFUNDAS

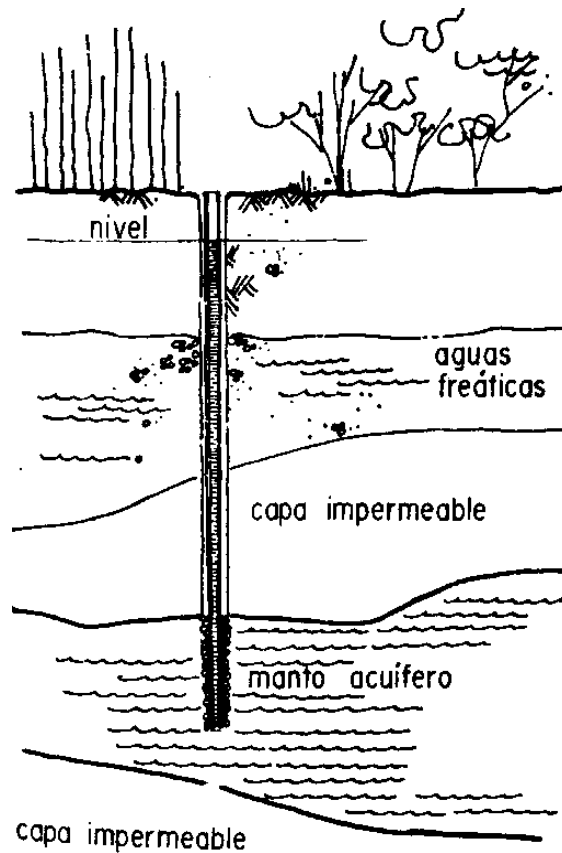
Se puede captar por medio de:

a) Galerías filtrantes:



b) Pozos profundos:

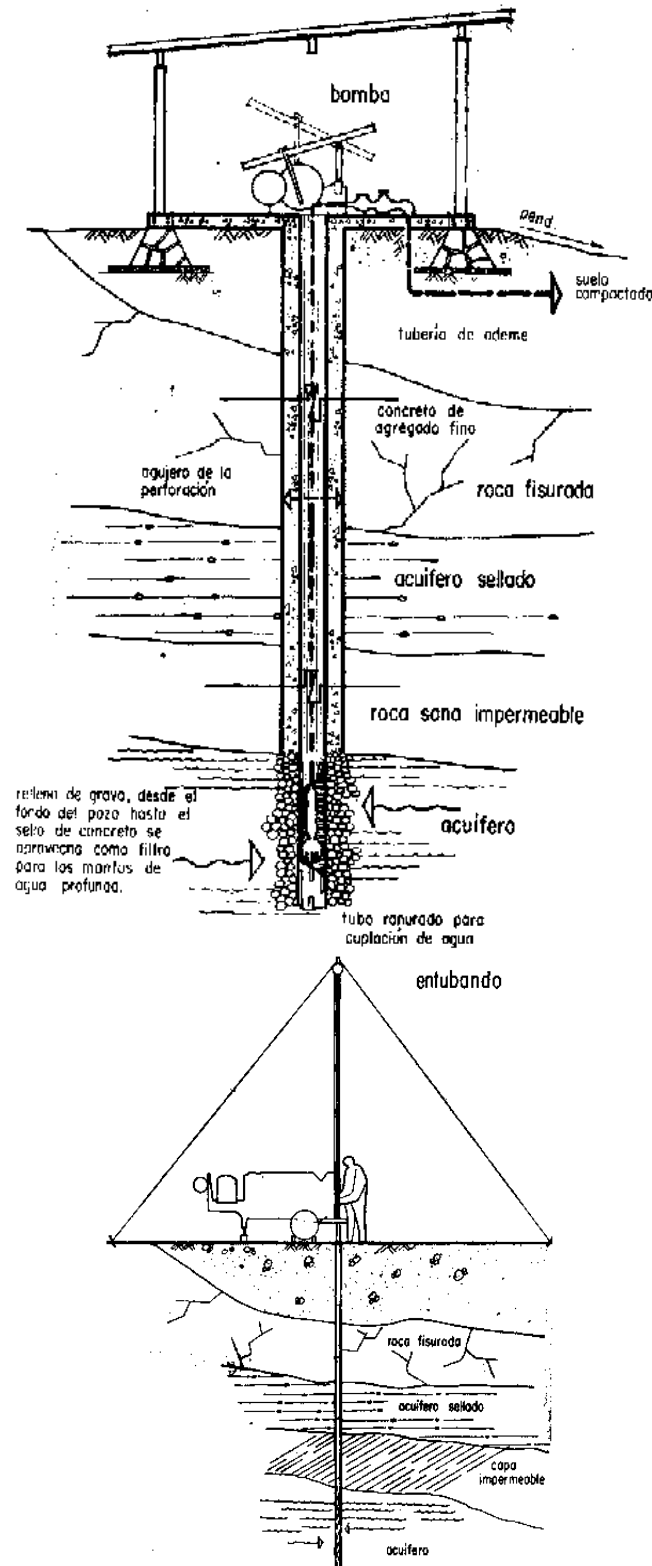
Pueden ser pozos perforados o pozos clavados.

**b.1) Pozos perforados**

Son los construidos con máquinas fabricadas que pueden ser de percusión, es la más sencilla y de mayor uso; asciende y desciende alternativamente, en el interior del pozo. Los diámetros más comunes para este tipo de pozos son de 15 a 40 cm.

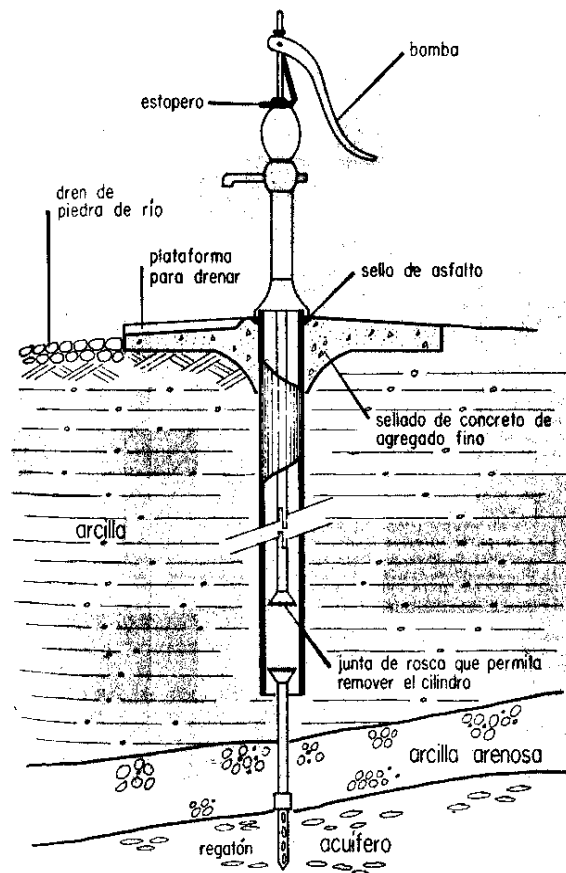
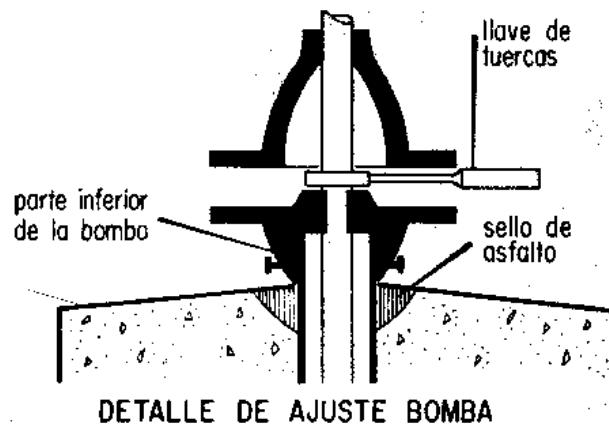
Para evitar los derrumbes, se procede a entubar el pozo, con lo que también se impide la entrada de aguas contaminadas. A la profundidad del acuífero que se va a utilizar, el tubo de ademe estará ranurado para permitir la entrada del agua. Siempre el diámetro de la perforación es mayor que el diámetro del tubo de ademe, por lo que, el espacio que queda libre debe rellenarse con grava. Este relleno formará un filtro hasta el nivel superior del acuífero utilizable.

El pozo se protegerá sanitariamente, rellenando con concreto la parte libre de la perforación, desde donde termine el relleno de grava, hasta enrasar con el piso.



b.2) Pozos clavados

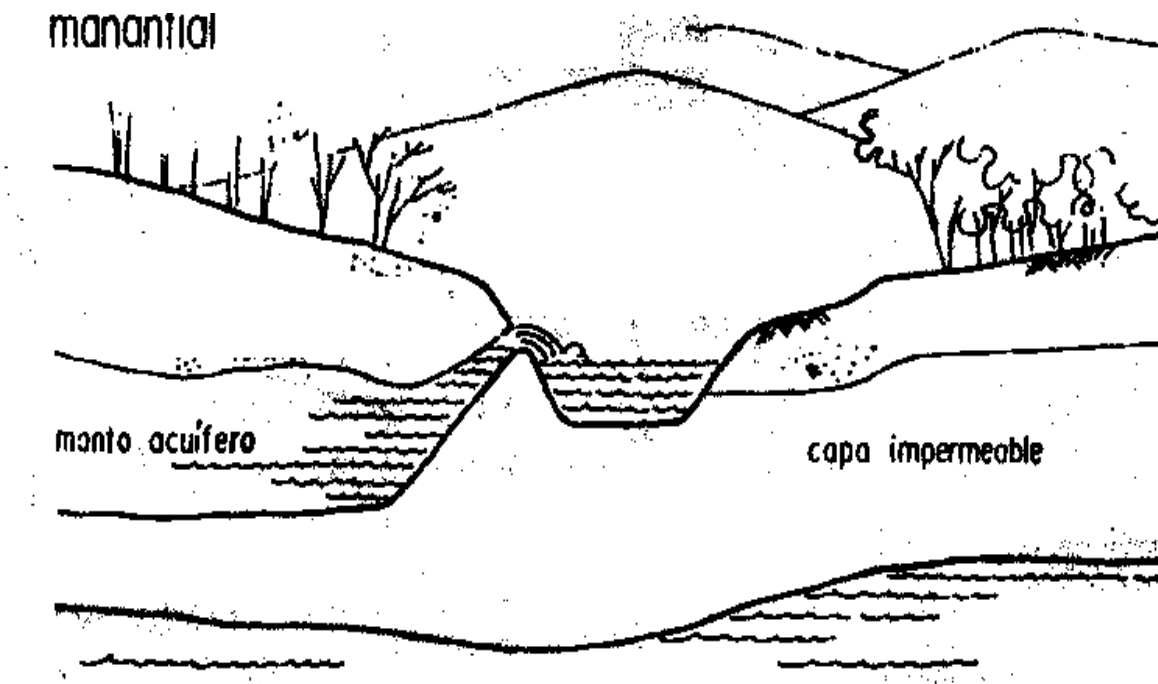
En estos, el soporte de la bomba y su base debe ser de una pieza, ensamblados por ajuste de pestaña o atornillados. El montaje de la bomba para ajustarla se hará de arriba hacia abajo para permitir el empleo de la llave de tuercas y ajustar así el tubo.

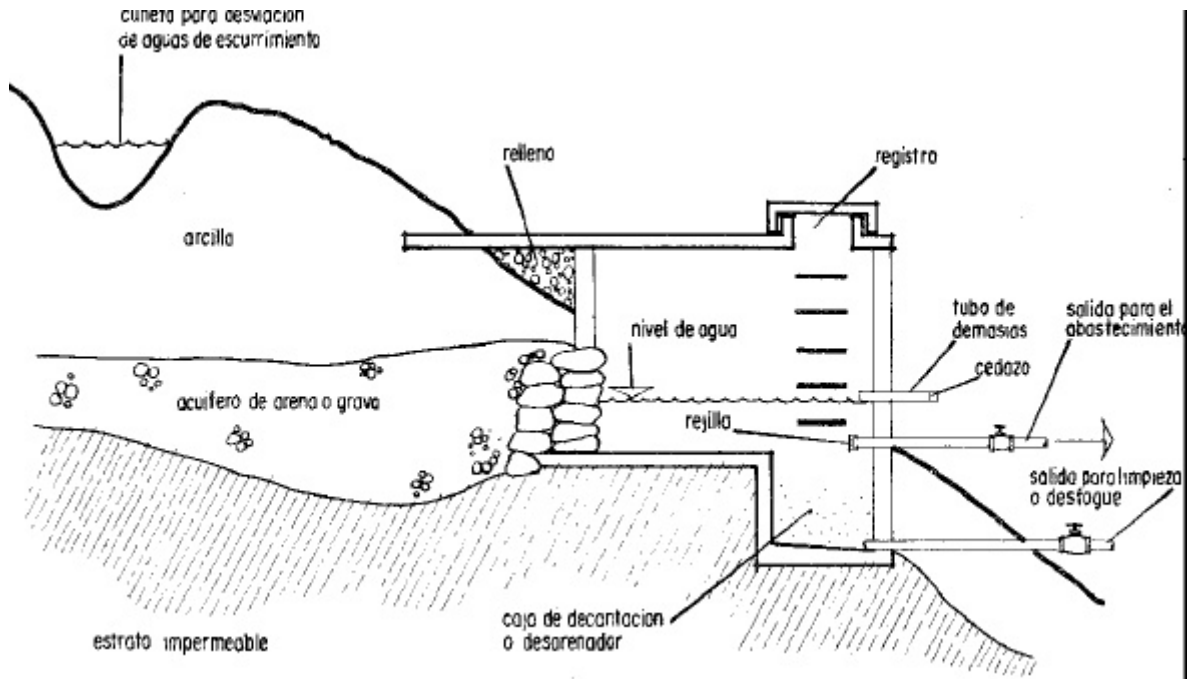


c) Manantiales

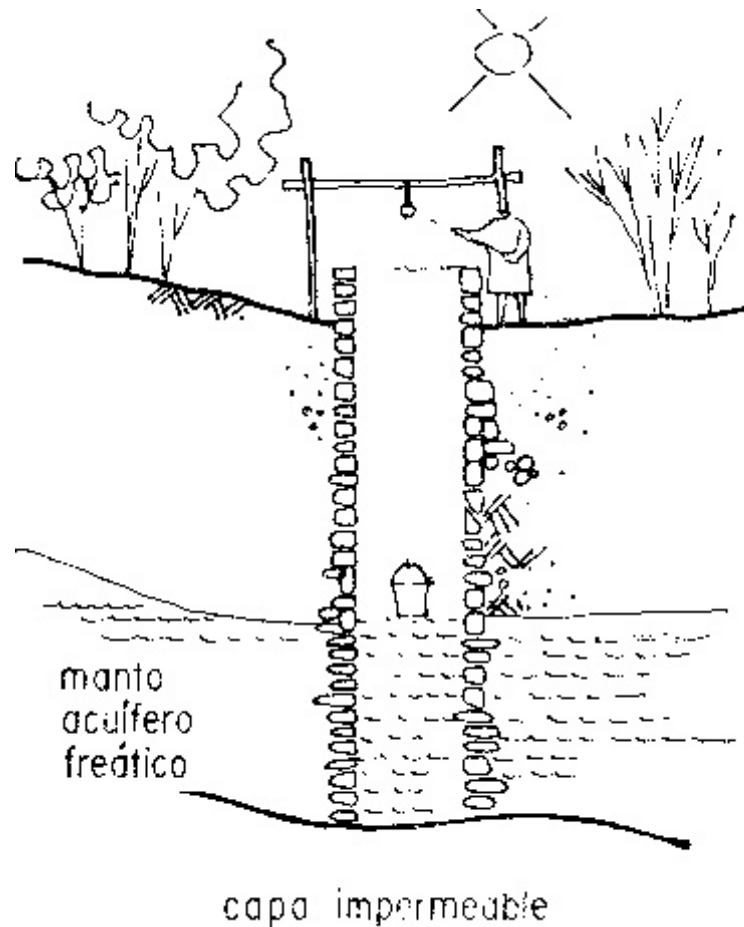
Antes de iniciar la protección de un manantial, debe hacerse un reconocimiento a fin de obtener información sobre la naturaleza de la capa acuífera, la calidad del agua, el rendimiento en las distintas épocas del año, la topografía de la zona circundante y la presencia de posibles fuentes de contaminación.

Los depósitos de captación son cámaras colectoras cerradas e impermeables, construidas de concreto reforzado o mampostería de tabique o piedra. Para cimentar la caja colectora, debe excavarse hasta encontrar una capa impermeable, retirando el cieno, las rocas intemperizadas y otros fragmentos de material mineral, por lo común carbonato de calcio, que el agua deposita al brotar. Esta operación deberá hacerse cuidadosamente, sobre todo en terrenos fisurados, para evitar que el manantial se desvíe o desaparezca por una fisura. En ningún caso se harán detonar cargas explosivas en un manantial.



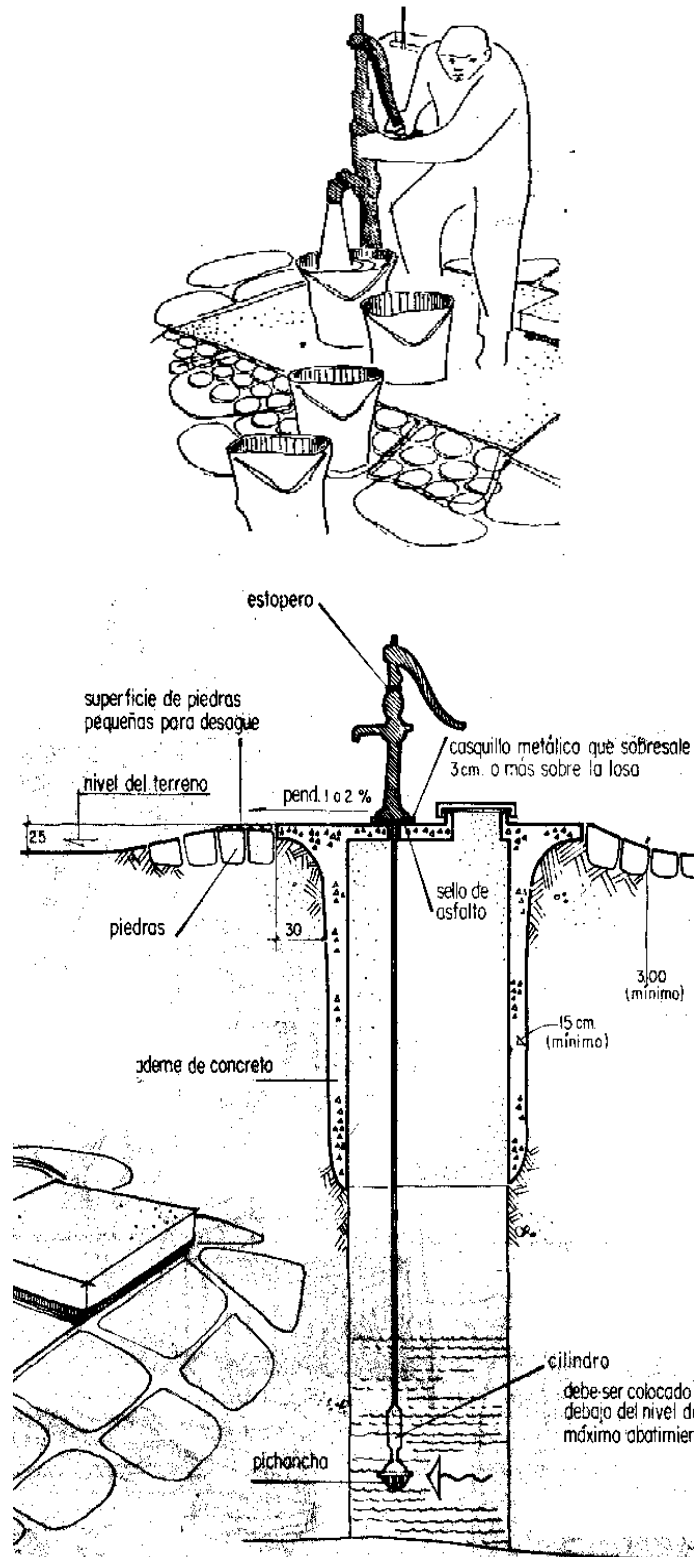


d) Norias de aguas freáticas



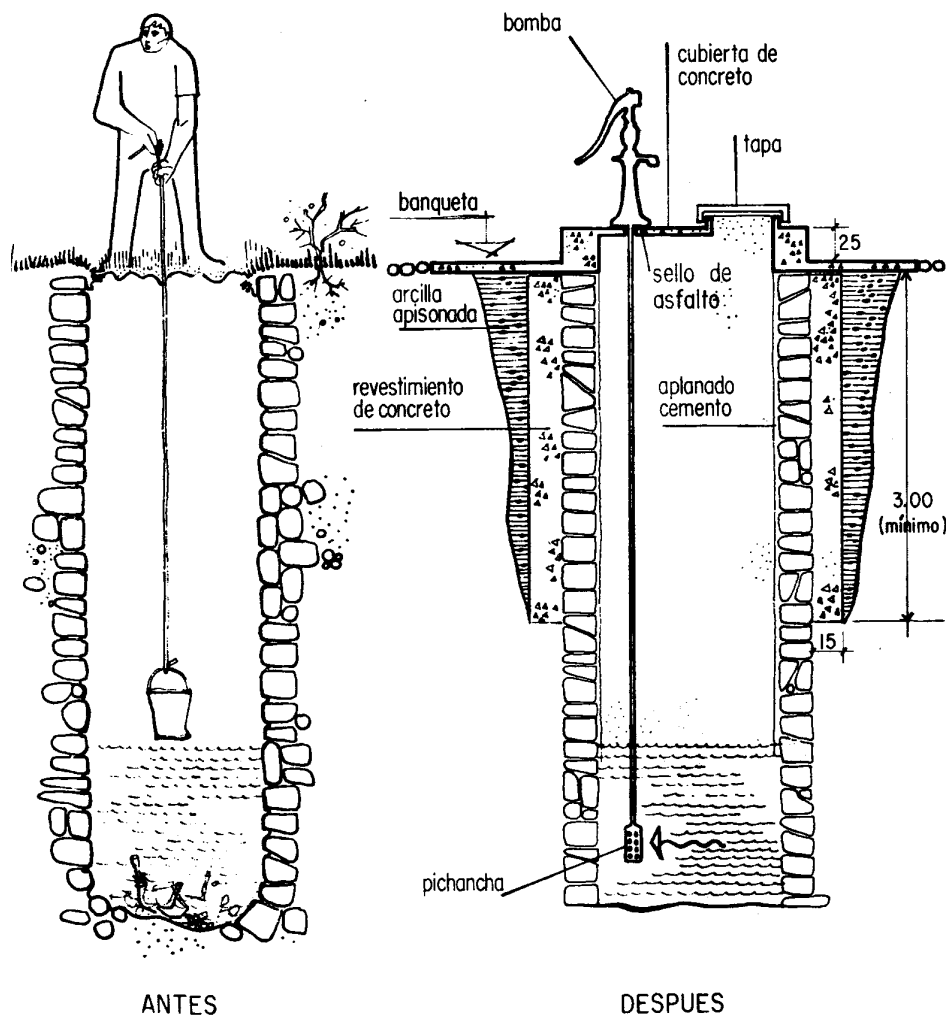
Se tienen 4 tipos de norias las cuales servirán para la captación del agua: Norias con ademe (cubierta o forro de madera con que se resguardan y aseguran los tiros, pilares y otras obras en los trabajos bajo tierra) de concreto, piedra, tabique y norias secas en estiaje (nivel más bajo o caudal mínimo de un río).

d.1) Norias con ademe de concreto



d.2) Norias con ademe de piedra

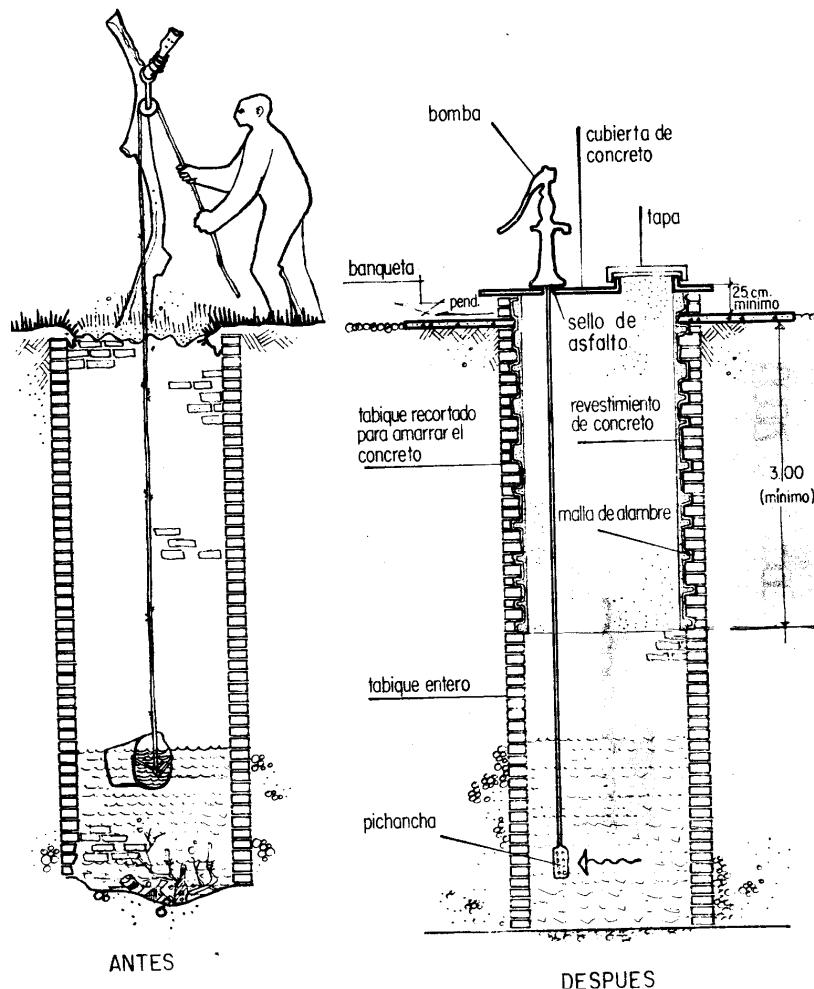
Uno de los problemas que se presentan en los trabajos de saneamiento de las zonas rurales, es la existencia de pozos públicos y privados, abiertos sin protección y mal contruidos que proporcionan agua no potable. Sin embargo proveen agua a la que la gente se ha acostumbrado por su sabor especial. Debe tomarse en cuenta para acondicionarlos, si el producto es adecuado. Todo programa de saneamiento rural debe considerar en su plan, el mejoramiento de las norias existentes.



d.3) Norias con ademe de tabique

Cuando el ademe de las norias esta construido de tabique, el mejoramiento se realiza de la siguiente manera:

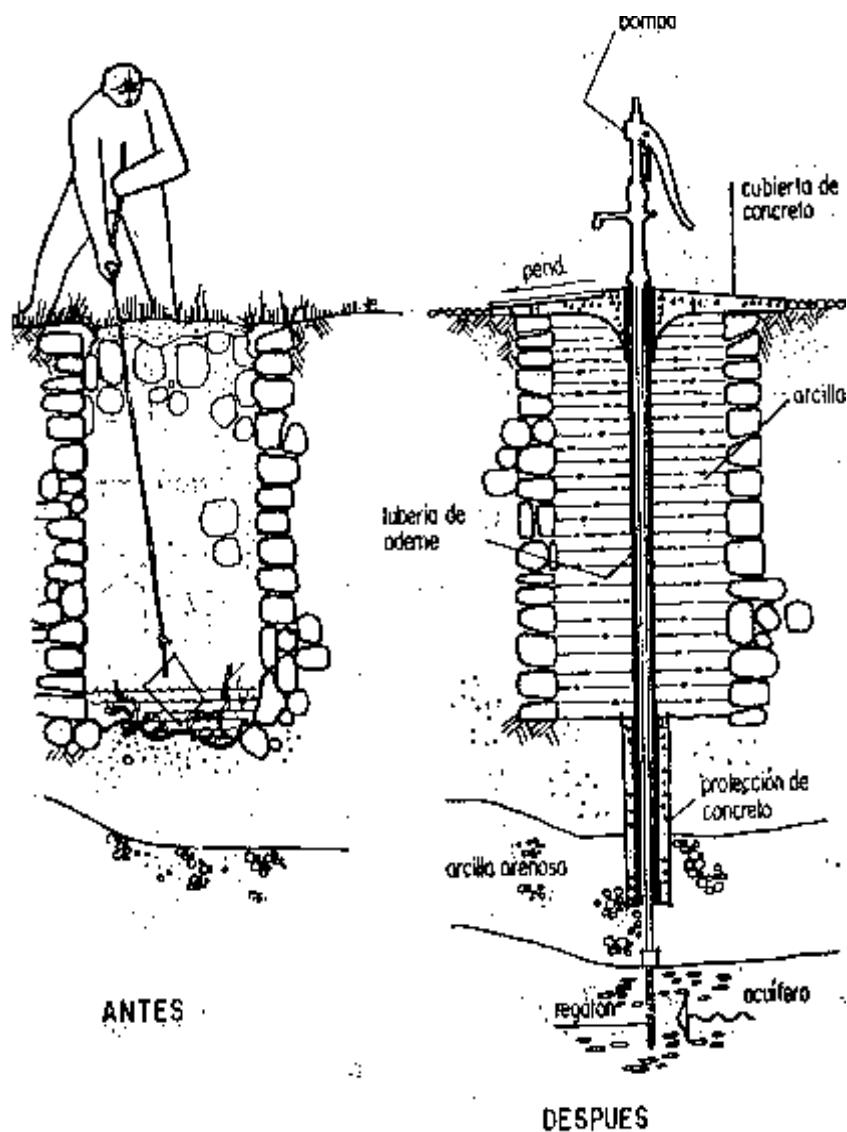
- 1) Limpieza y profundización de la noria
- 2) Tabiques cortados para sostener el nuevo revestimiento
- 3) Revestimiento de concreto de 7.5 cm. de espesor hasta una profundidad de 3 m. como mínimo
- 4) Elevación de la cubierta de concreto de 25 cm. como mínimo
- 5) Cubierta de concreto con dispositivos higiénicos (registro con reborde, declive, correcta instalación de la bomba, etc.)
- 6) Banqueta de concreto, extendida como mínimo hasta 1 m. de ancho alrededor de la noria
- 7) Filtro de grava alrededor de la banqueta



d.4) Norias secas en estiaje

Es frecuente encontrar en el medio rural pozos con muy poco caudal o que llegan inclusive a secarse en estiaje. Si se profundiza, puede obtener caudal suficiente con lo cual y desde un punto de vista económico, se respetará el esfuerzo y el gasto que requirió su construcción.

A continuación se muestra un pozo existente que ha sido profundizado con un equipo mecánico de perforación y se ha protegido sanitariamente. El tubo de ademe debe protegerse exteriormente con pintura anticorrosiva.



4.7.1. Fosa séptica.

DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO.

El diseño de este sistema comprende los siguientes elementos:

- a) Un tanque séptico.
- b) Una trampa de grasas.
- c) Un campo de filtración, oxidación y riego.
- d) Un pozo de captación.

Las funciones que se efectúan dentro del tanque son:

- a) Remoción de sólidos.
- b) Tratamiento biológico.
- c) Almacenamiento de sólidos y natas.

Los sólidos suspendidos que contienen los

DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO

El diseño de este sistema comprende los siguientes elementos:

- a) Un tanque séptico.
- b) Una trampa de grasas.
- c) Un campo de filtración, oxidación y riego.
- d) Un pozo de captación.

El tanque séptico acondiciona a las aguas negras domésticas de tal manera que puedan infiltrarse en el suelo, por lo que su principal función será proporcionar protección a la habilidad del suelo a permitir absorción.

Las funciones que se efectúan dentro del tanque son:

- a) Remoción de sólidos.
- b) Tratamiento biológico.
- c) Almacenamiento de sólidos y natas.

Los sólidos suspendidos que contienen las aguas negras, son retenidos en el tanque donde sedimentan, logrando un efluente clarificado.

Las aguas negras dentro del tanque se encuentran sujetas a la descomposición por efecto de las bacterias y de procesos naturales. La bacteria que prolifera es una variedad llamada anaerobia, la cual se desarrolla en ausencia de aire o sea de oxígeno libre elemental.

El tipo de descomposición que se lleva a cabo y que produce el tratamiento de las aguas negras por condiciones ana-

eróbicas se denomina «séptico». Es por esto que al tanque se da ese nombre.

Los lodos se acumulan en el fondo del tanque, mientras que la nata flota hasta la superficie del líquido; los lodos y la nata deben ser digeridos a través del tiempo reduciendo su volumen.

Si estos tanques se diseñan, construyen, operan y mantienen adecuadamente pueden ser eficientes y duraderos.

Para lograr lo anterior se deberá utilizar la información de las «**CARTILLAS DE SANEAMIENTO**» publicadas en 1971 por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria, en la sección «**DESECHOS**» subíndice «F», la cual se describe a continuación.



4.0 GESTION DE AGUA

TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS POR MEDIO DE FOSAS SEPTICAS

Elementos que la integran:

- a) Trampa para Grasa. Se colocará cuando se reciban desechos de cocinas.
- b) Tanque Séptico. Elemento donde se desarrollan los procesos de sedimentación y séptico.
- c) Caja Distribuidora. Para mejor funcionamiento del campo de oxidación. (y de riego de árboles frutales o cereales).
- d) Campo de Oxidación. Debe existir siempre que las condiciones locales lo permitan.
- e) Pozo de Absorción. Será necesario en determinados casos en sustitución de d.
(Ver Fig. 1).

Elección

1. Para zonas rurales o suburbanas con abastecimiento de agua intradomiliaria, carentes de alcantarillado y con terreno suficiente para el campo de oxidación, (de riego).
2. Adecuado para vivienda individual y pequeños grupos de viviendas.
3. De capacidad y forma adecuadas según las necesidades.

Localización

1. Se hará de acuerdo con la topografía general del terreno.
2. El tanque séptico se localizará a una distancia horizontal mínima de 3 me-

4.7 TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

tros de la vivienda.

3. El campo de oxidación, (o de riego subterráneo), se localizará a una distancia horizontal mínima de 15 metros de cualquier fuente de abastecimiento de agua.
4. El fondo del campo de oxidación estará a una distancia vertical mínima de 1.50 metros arriba del nivel freático.

DATOS DE DISEÑO

Tanque Séptico

1. Gasto que puede recibir de aguas negras: 150 litros/persona/día.
2. Periodo de retención: de 24 a 48 horas.
3. Capacidad mínima: 1 500 litros.
4. Tirante mínimo de líquido: 1.10 metros.
5. El largo es de 2 a 3 veces el ancho.
6. Diferencia de altura entre las tuberías de entrada y salida de 0.05 metros.

Campo de Oxidación

1. Se diseñará de acuerdo con el resultado de la prueba de infiltración.
2. El número mínimo de líneas de tuberías será de dos.
3. La longitud máxima de cualquier línea de tubería será de 30 metros.
4. Separación mínima entre línea de tubería de 1.80, metros (pero cuando se

rieguen árboles frutales o cereales, la distancia será de 1.00 metro).

- La profundidad de las zanjas varía de 0.45 a 0.60 mts.
- La pendiente de las zanjas será de 0.01 a 0.025 mts. por cada 10 metros.

Pozo de Absorción

- Se diseñará de acuerdo con la naturaleza del terreno y las pruebas de infiltración.
- El fondo deberá estar a una distancia vertical mínima de 1.50 metros del manto freático.

Dimensiones y materiales necesarios para un tanque séptico rectangular para 10 personas o menos:

MATERIAL NECESARIO

Tabique recocido 7 x 14 x 28	400 pzas.
Cemento gris	250 kgs.
Arena	1.15 m. ³
Grava	0.500 m. ³
Calidra o cal	80 kgs.
Varillas 3/8" Ø	50 kgs.
Alambre recocido N° 18	1 Kgs.
Codo de 90° x 6" Ø	2 pzas.
«T» de 4"	1 pza.
Tubo de 6" Ø	variable
Tubo de 4" Ø	variable
Concreto	0.475 m. ³
Aplanado de cemento	8.00 m. ²
Excavación	5.50 m. ³

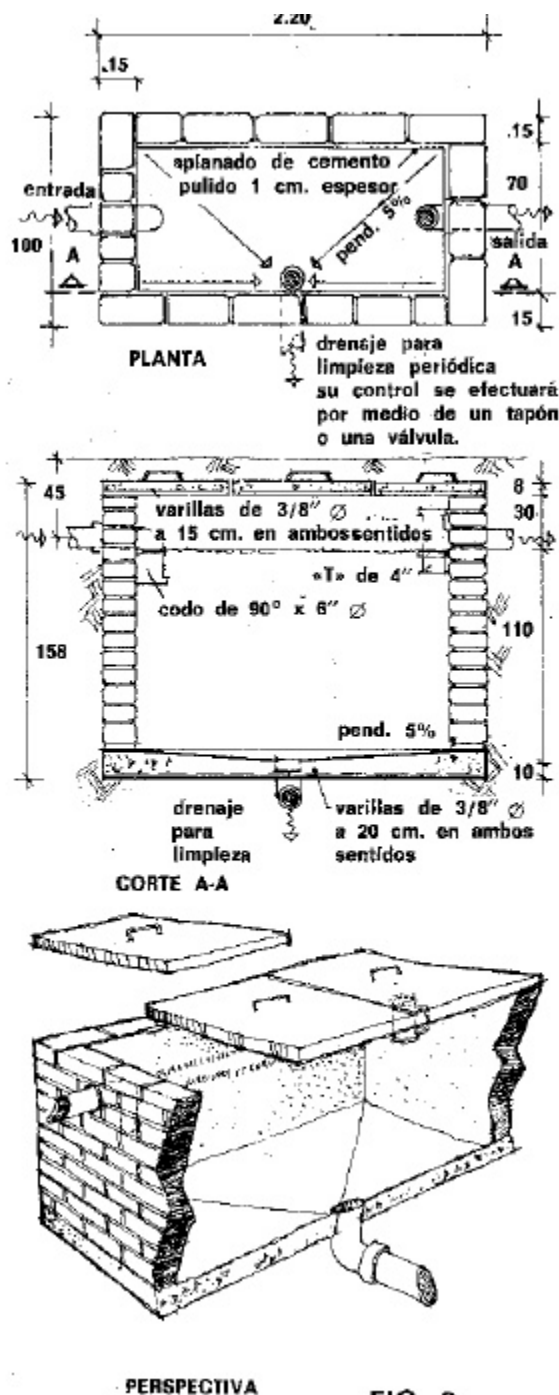


FIG. 2

Dimensiones de la Caja de Distribución

La función de estas cajas es distribuir el afluente del tanque séptico en partes proporcionales al número de salidas previstas para el proceso de oxidación.

Para que se cumpla lo anterior, todas las salidas deberán colocarse al mismo nivel, ya que en caso contrario se sobrecargarán unas y otras podrán no recibir líquidos.

Se sitúa después del tanque séptico, al que se une por tubería de junta hermética.

Se recomienda localizar la entrada a 5 cm. del fondo de la caja y las salidas

a 1 cm. del mismo fondo.

El ancho útil de la caja no excederá de 45 cms., y su largo se determinará en función del número de salidas considerando un espacio mínimo de 25 cms. entre los ejes de éstas.

La caja puede construirse de fierro, concreto, mampostería, etc. Las paredes y el piso serán impermeables. Debe tener tapa móvil para su limpieza.

La caja permite también observar el funcionamiento del tanque ya que, cuando se nota en ella la presencia de lodos, será necesario proceder a la limpieza del tanque séptico.

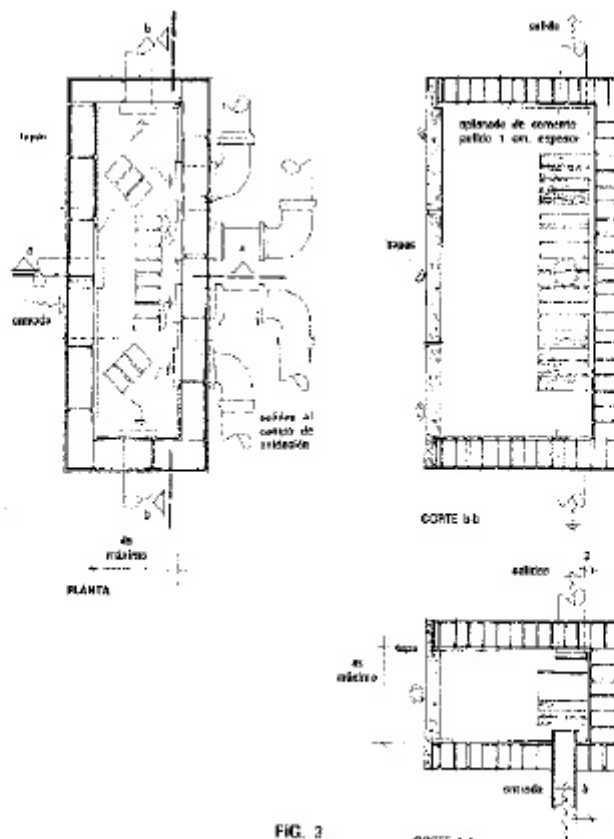


FIG. 3

Las trampas de grasa deberán usarse en las tuberías procedentes de cocinas principalmente.

Los detalles de construcción se encuentran en la citada cartilla bajo el subíndice F 3 y son como sigue:

Trampa para Grasas

Las trampas para grasa son dispositivos de fácil construcción que deben instalarse cuando se eliminan desechos grasos en gran cantidad. Deben colocarse antes del tanque séptico y contar con tapa para limpiarlos frecuentemente. Es preferible ubicarlos en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior.

Para determinar su capacidad se considerará, en general, el doble de la cantidad de líquido que entra durante la hora de máximo gasto del influente.

En pequeñas instalaciones, la capacidad debe ser de 8 litros por persona y nunca menor de 120 litros en total.

TRAMPA RECTANGULAR
(de tabique o concreto)

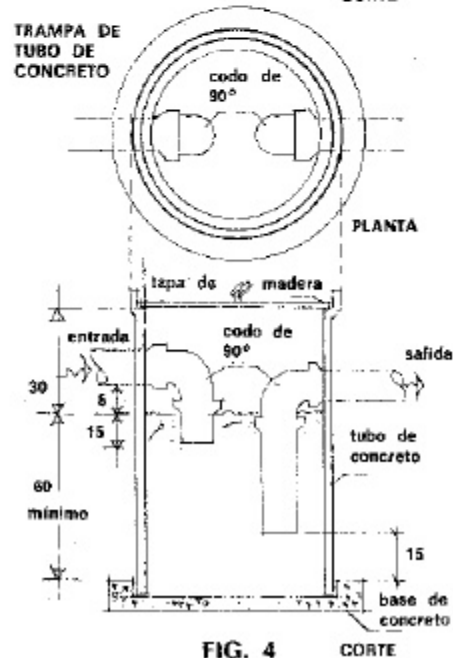
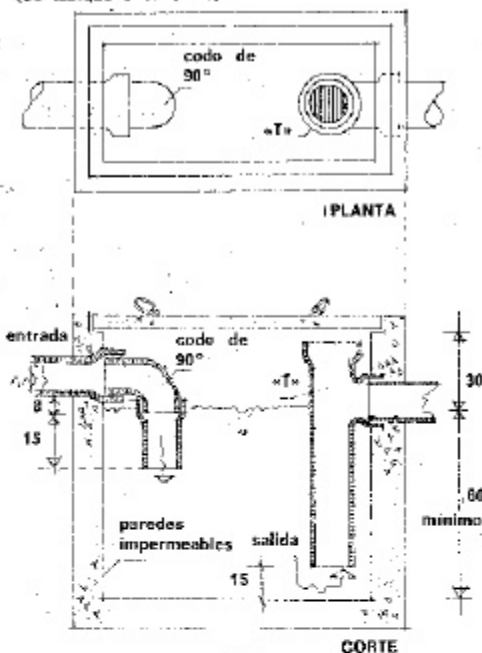
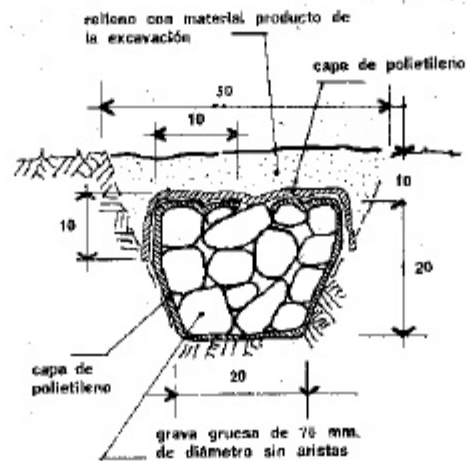


FIG. 4 CORTE

La tubería a emplear podrá ser de concreto simple, plástico, etc., o bien si es-

tos materiales son difíciles de conseguir podrá aceptarse el siguiente diseño:



PENDIENTE LONGITUDINAL 3 cm./1 mt. FIG. 5

La trampa de grasa deberá tener un con el fin de ayudar a formar y postea-
aditamento especial como se muestra, riormente eliminar la nata.

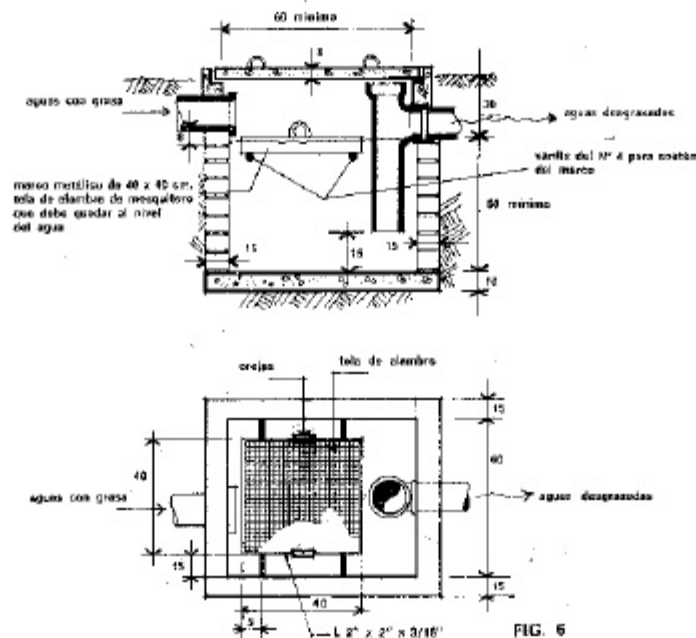
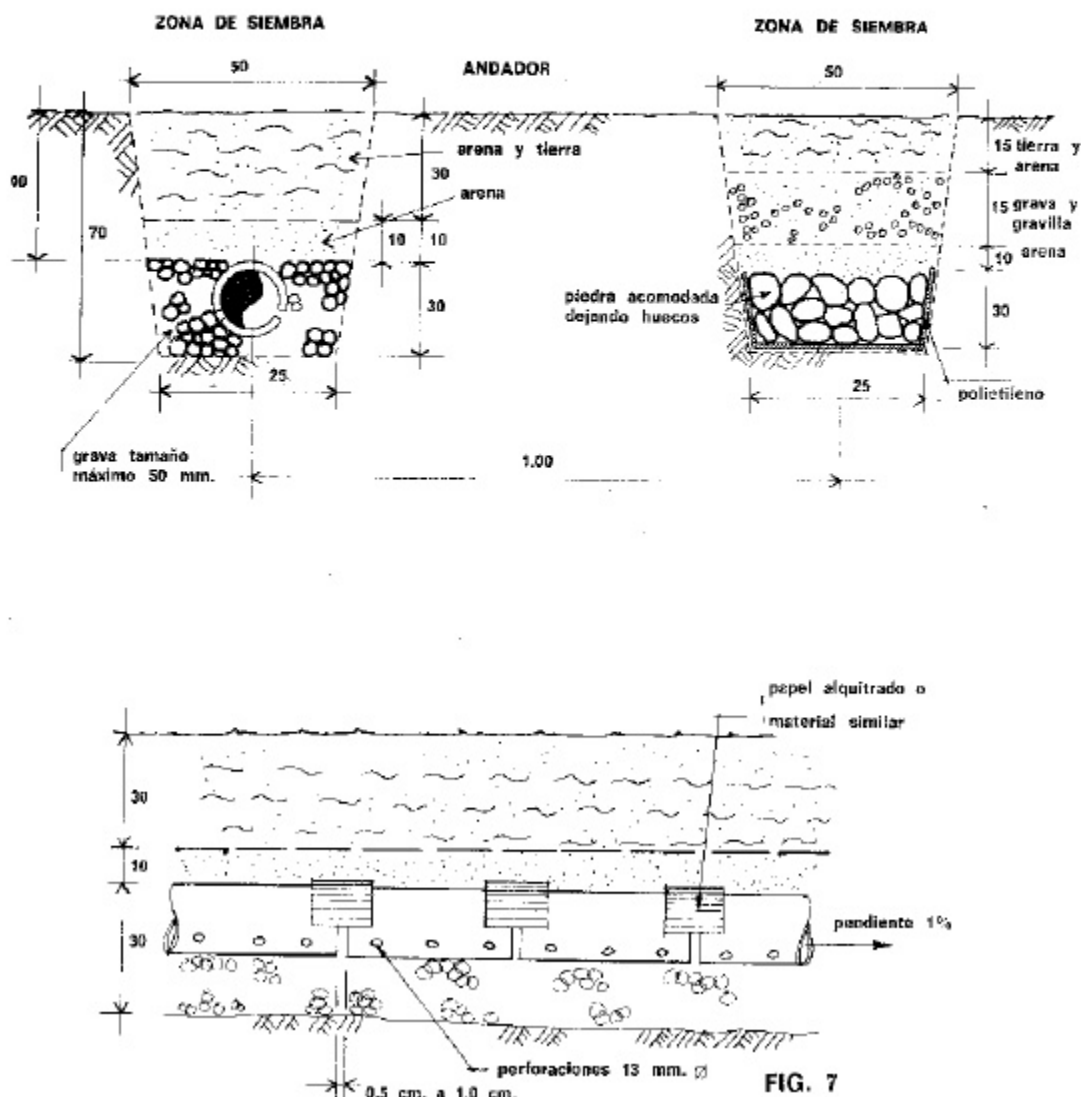


FIG. 6

El diseño del campo de oxidación se hará de acuerdo a la teoría presentada en la citada cartilla en el inciso FI, variando la separación obligada entre líneas de tubería que será de 1.00 m., con el fin de aprovechar el efluente del tanque séptico para riego de árboles frutales o cereales, tales como maíz o trigo.

También deberá eliminarse todo impedimento de paso de agua hacia la superficie, y se limitará a 40 cm. la profundidad de relleno sobre la tubería. Si existe dificultad para la obtención de tubería se usará un diseño similar al de conducción de aguas como se muestra a continuación.



Este campo de oxidación formará la base para un huerto, donde se sembrarán árboles frutales o cereales, los nutrientes necesarios para este cultivo serán suministrados por los nutrientes contenidos en el efluente del tanque séptico.

Es muy importante que no se introduzcan las aguas de lavado que contengan detergentes, porque éstos evidentemente le dañarán la producción de frutas y cereales.

Al final del campo de oxidación, se recolecta el agua que no ha sido utilizada por los cultivos de cereales, o árboles frutales o algodón, mediante una tubería como las ya especificadas que conducirá a un pozo final de captación; cuya construcción se realizará como un pozo de visita común sin tubería en el fondo y sólo admitirá el tubo de colección.

Este pozo tendrá la función de retener el agua que no haya sido aprovechada por los cultivos de árboles frutales o cereales, y podrá posteriormente destinarse a otros fines.

El transporte de esta agua será mediante el bombeo manual o de cualquier otro tipo.

Se recomienda que dicho pozo, se encuentre tapado siempre, y las aguas en el colector se usen con los siguientes fines:

1. Llenado a través de tubería y sin contacto directo con la piel, de tanques bajos de inodoros.
2. Lavado de pisos de establos, pesebres, etc.

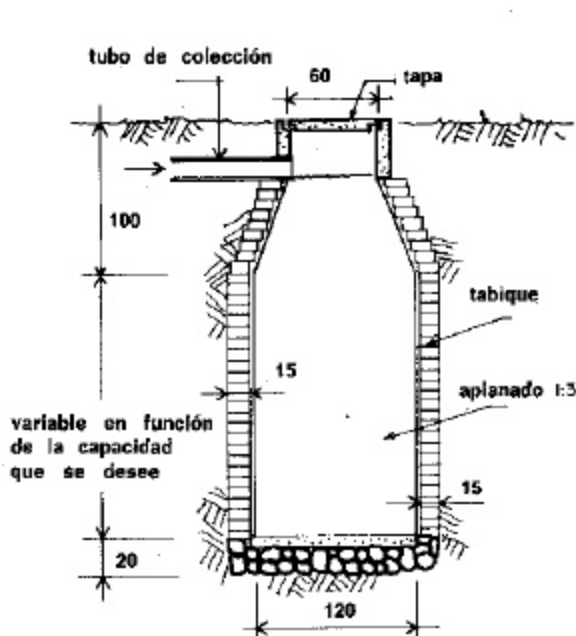


FIG. 8

3. Riego agrícola mediante aspersión, canales o regaderas, por goteo, etc.
4. En los abrevaderos de animales.

El nivel de agua en el pozo deberá revisarse semanalmente para evitar llenado perjudicial.

Se ha mencionado que los detergentes presentan una serie de problemas a las plantas y a los animales, tanto terrestres como acuáticos, debido a los compuestos clorados y fosfatos que los forman.

Si el caudal de las aguas de lavado en general es importante y quiere ingresarse a la corriente de reciclo, podrá adaptarse el siguiente método, con el fin de disminuir la concentración de detergen-

te y disponerse las aguas como se indica.

1. La zona de lavado se colocará lo más alto posible, con el fin de provocar un descenso brusco del agua sobre dos escalones mínimos con altura de caída de 1.00 m. cada uno.

El objeto es incluir aire en las aguas y formar espuma.

2. Retiro de la espuma, mediante un dispositivo que se muestra a continuación:

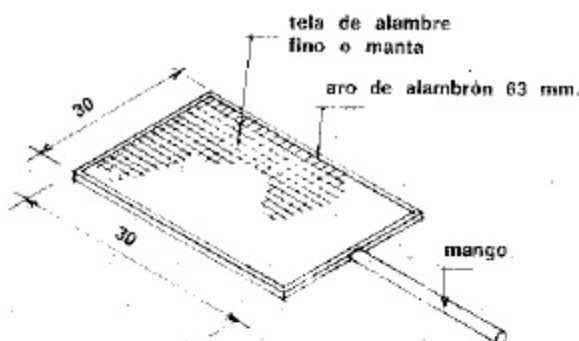


FIG. 9

3. Si se colectan aguas provenientes de cocina, deberá incluirse una trampa de grasa, cuya construcción y operación se mencionó anteriormente.
4. Las aguas se pasarán por un filtro formado por arena y grava con las siguientes dimensiones:

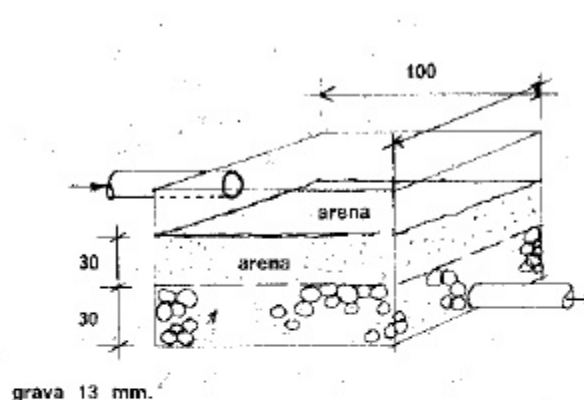


FIG. 10

Se recomienda que la grava sea de tezontle o de algún material sumamente poroso. Estos materiales se cambiarán cuando se hayan saturado de detergentes.

5. Estas aguas se enviarán a un «campo de oxidación», sobre el que se cultivarán pastos o variedades resistentes a los detergentes.
6. Se realizará una excavación de 12.00 m. de largo por 1.50 m. de ancho y 0.25 m. de profundidad, con una pendiente longitudinal de 2%, cuyo fondo se recubrirá con polietileno de 1.80 m. de ancho, levantando los bordes hasta formar un canal ancho. En él se acomodará grava de tamaño máximo de 10 cm., se cubrirá arena sobre todo el fondo y encima se colocará grava de 19 mm. tamaño máximo, para finalmente colocar arena mezclada a partes iguales con tierra vegetal.

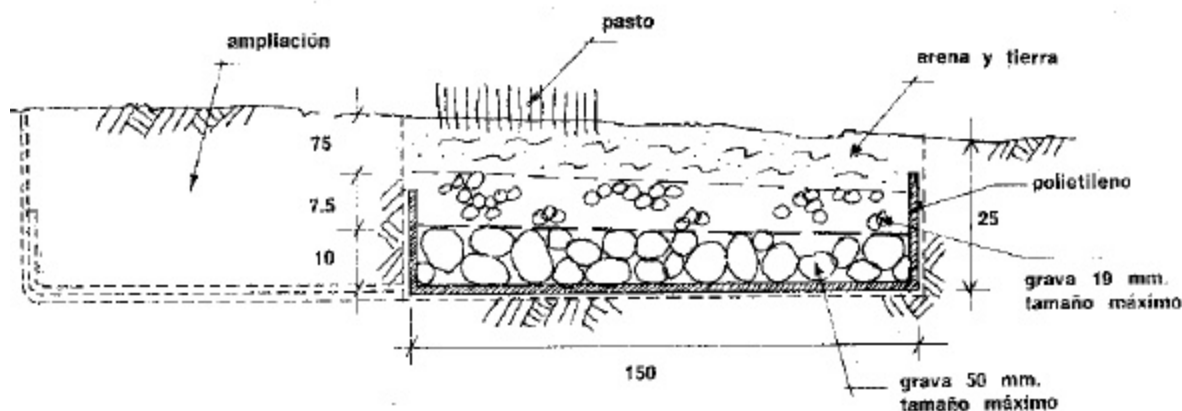


FIG. 11

7. Finalmente se colectará el agua que no haya sido utilizada por los cultivos de pasto en un estanque donde podrá colocarse lirio acuático.

Estas aguas podrán usarse en riego para plantas tipo forraje **EXCLUSIVAMENTE**, pastos, alfalfa, etc., para alimento de ganado. Deberá tenerse cuidado con el lirio que prolifera excesivamente

el cual deberá retirarse del estanque, por el hecho de que en él se desarrolla el caracol transmisor de fasciola hepática, que puede afectar a algunos animales y al hombre, teniendo cuidado en su manejo.

No deberá usarse en abrevaderos de animales, y podrá tener los mismos usos del sistema anterior.

4. MANTENIMIENTO

El mantenimiento de este sistema requiere:

- Retirar periódicamente la grasa acumulada en la trampa de grasa (desde una vez por semana hasta una vez cada mes). Y disponerla en el suelo como alimento para gallinas, etc.
- Recuperar el agua del pozo o estanque de captación para reuso del agua, pudiendo ser diaria o cada semana;

dependiendo del tamaño del pozo o estanque y caudal de aguas de desecho.

- Si existen lirios en el estanque, retirarlos cada semana o cada mes.
- Retiro, lavado y reposición de material de filtro para detergente y nuevo acomodo de éste para trabajo cada mes.
- Mantenimiento al tanque séptico recomendado por las citadas Cartillas en el inciso F17, y que es como sigue:

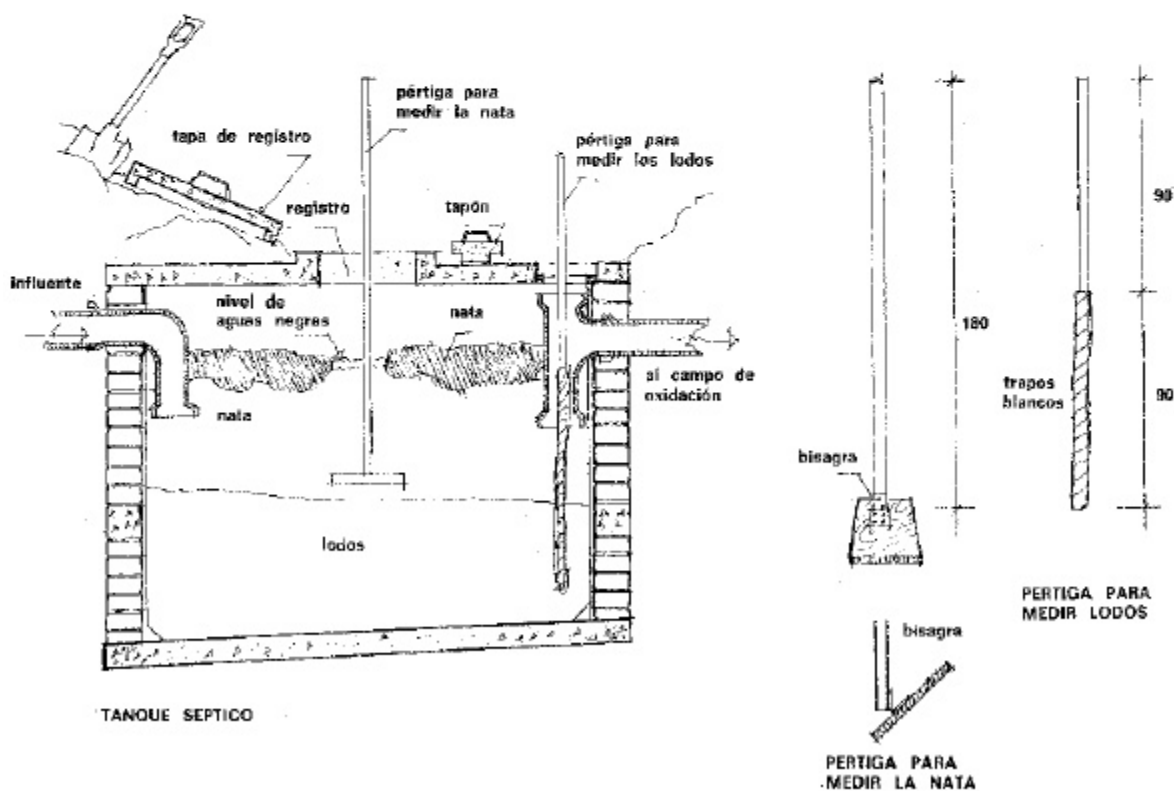


FIG. 12

GUIA PARA USO Y CONSERVACION

1. Antes de poner en servicio un tanque séptico recién construido, se debe llenar con agua y de ser posible, verterse unas 5 cubetas con lodos procedentes de otro tanque séptico, a fin de acelerar el desarrollo de los organismos anaerobios.
2. El tanque séptico se debe inspeccionar cada doce meses cuando se trate de instalaciones domésticas y cada seis meses cuando se trate de escuelas u otros establecimientos públicos e industriales.
3. Al abrir el registro del tanque séptico para hacer la inspección o la limpieza, se debe tener cuidado de esperar un rato hasta tener la seguridad de que el tanque se ha ventilado adecuadamente, pues los gases que se acumulan en él pueden causar explosiones o asfixia. **NUNCA SE USEN CERILLOS O ANTORCHAS PARA INSPECCIONAR UN TANQUE SEPTICO.**
4. La inspección del tanque tiene por objeto determinar:
 - a) La distancia del fondo de la nata al extremo inferior del tubo de salida, que no debe ser inferior a 8 cms. y b) El espesor de los lodos acumulados, que no debe exceder de los siguientes límites para un tanque de 1.9 cm³ de capacidad, (10 personas):

Profundidad del liquido en cms.	Distancia del extremo inferior de la descarga a la cúspide de los lodos en cms.
75	22
100	32
125	42
150	50

5. Comúnmente la limpieza se efectúa por medio de un cubo provisto de un mango largo, o bombeándolos a un camión-tanque equipado con una bomba para extracción de lodos. Es conveniente no extraer todos los lodos, sino dejar una pequeña cantidad que servirá de inoculante para las futuras aguas negras.
6. El tanque séptico no se debe lavar ni desinfectar después de haber extraído los lodos. La adición de desinfectantes u otras sustancias químicas perjudican su funcionamiento, por lo que no debe recomendarse su empleo.
7. Los lodos extraídos se deben enterrar en zanjas de unos 60 cms. de profundidad.
8. La caja de distribución se debe inspeccionar cada 3 ó 6 meses para verificar si no hay sedimentos, lo que indicaría un mal funcionamiento del tanque séptico.
9. Los campos de oxidación, zanjas filtrantes, filtros subterráneos y cá

maras de oxidación, deben inspeccionarse periódicamente, pues con el tiempo se irán depositando materias sólidas que tienden a obturar los huecos del material filtrante, con lo que el medio oxidante comenzará a trabajar mal y en ese caso habrá necesidad de levantar la tubería y cambiar el material filtrante o cons-

truir un nuevo campo.

10. Los tanques sépticos que se abandonen o condenen, deben rellenarse con tierra o piedra.
11. Las personas encargadas del mantenimiento y conservación de los tanques sépticos deberán usar guantes y botas de hule.

PRUEBAS DE INFILTRACIÓN PARA CAMPOS DE OXIDACIÓN.

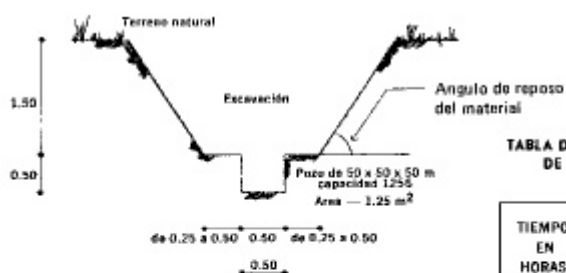
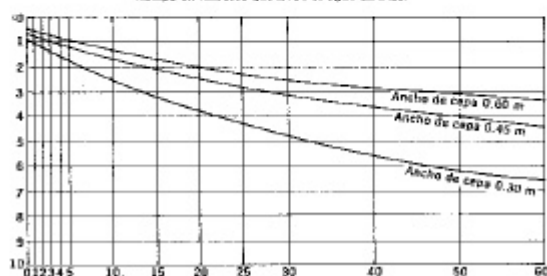
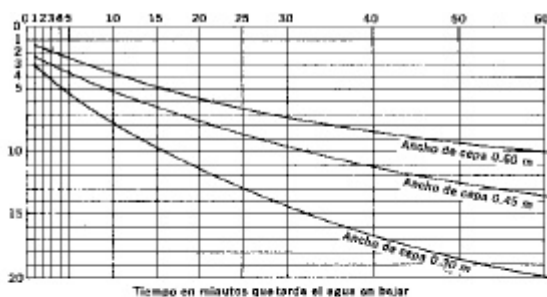
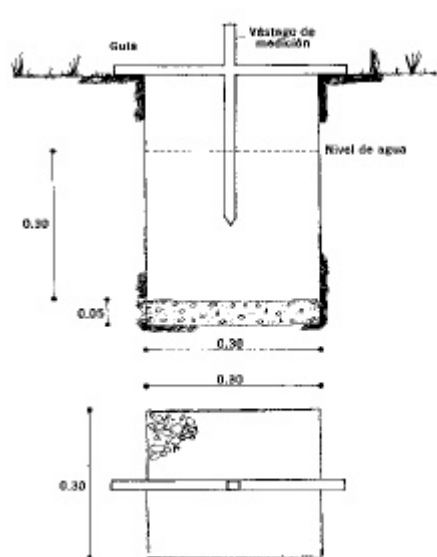


TABLA DE CAPACIDADES
DE ABSORCIÓN

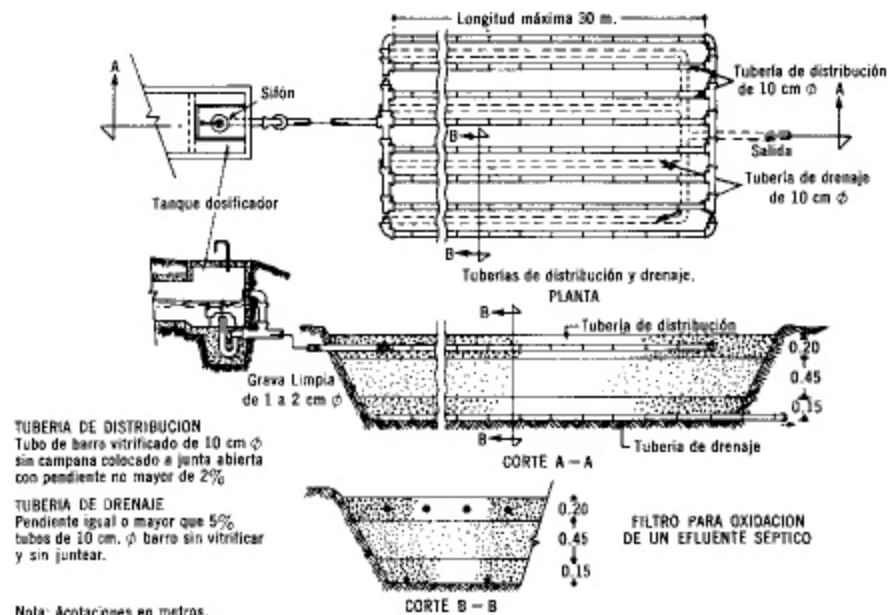
DATOS DE POZOS

TIEMPO EN HORAS	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN EN lts./m² día	TIPO	DIAMETRO D	PROFUNDIDAD H	AREA A
4	600	P ₁	1.50 m.	1.50 m.	1.85 m²
6	400	P ₂	1.50 m.	2.00 m.	11.20 m²
8	300	P ₃	1.50 m.	2.50 m.	13.00 m²
12	200	P ₄	2.00 m.	2.00 m.	15.70 m²
16	150	P ₅	3.00 m.	2.50 m.	18.85 m²
20	120	P ₆	2.00 m.	3.00 m.	22.00 m²
24	100	P ₇	2.50 m.	2.00 m.	20.60 m²
28	86	P ₈	2.50 m.	2.50 m.	24.75 m²
32	75	P ₉	2.50 m.	3.00 m.	28.40 m²

Absorción del pozo por día = Capacidad de absorción del terreno por área.

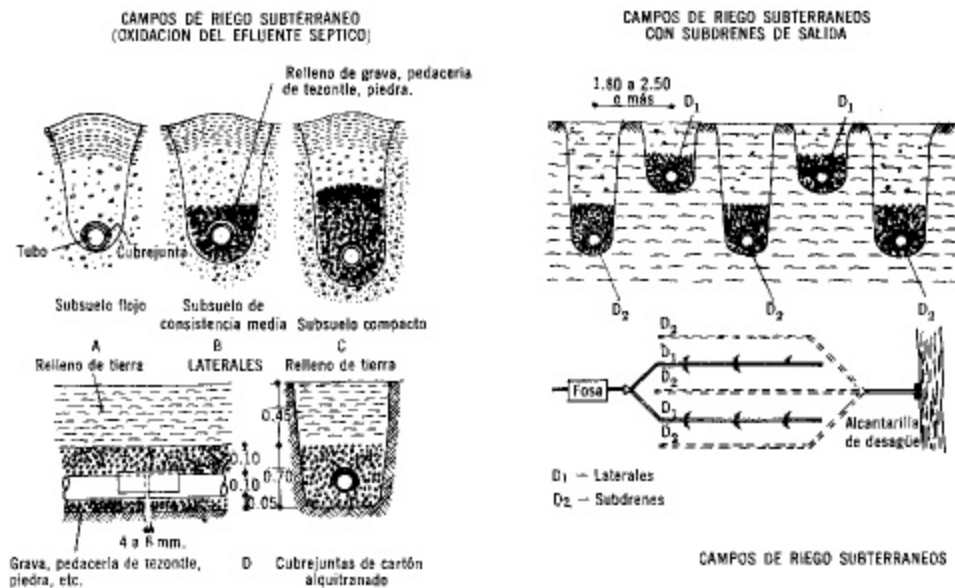
“ACERCAMIENTO A CRITERIOS ARQUITECTÓNICOS AMBIENTALES PARA
COMUNIDADES AISLADAS EN AREAS NATURALES PROTEGIDAS DE
CHIAPAS”

FILTRO PARA OXIDACION DE UN EFLUENTE SEPTICO



Nota: Aotaciones en metros.

CAMPOS DE RIEGO SUBTERRANEO (OXIDACION DEL EFLUENTE SEPTICO)



Nota: Acotaciones en metros

4.7.2. BIODIGESTORES.

El sistema se alimenta directamente e inmediatamente del excusado y del piso en cementado de pesebres y/o zahúrdas al digestor proceso biológico citado, que tiene por objeto deshacer, fermentando, toda la materia orgánica compleja que entra a el; es un “sistema de muerte “ en la medida que desagrega, pero al mismo tiempo estimula la vida al devolver los nutrientes esenciales a toda forma de vida, vegetal y animal. Así es una especie de “ eslabón perdido “ que además permite verdaderamente matar todas las formas complejas de organismos dañinos. Dado que lo que mas contiene la materia orgánica es agua... pero no “pura “, si no con muchos de los nutrientes que tiramos en el caño, ahora ya en forma no contaminante, por lo tanto resultando de gran utilidad como alimento a plantas, a peces, animales mayores.

LOS BIODIGESTORES:

Consisten básicamente en un tanque o pozo donde ocurre la fermentación y un contenedor hermético que tienen como función almacenar el biogás producido; las dos partes que pueden estar juntas o separadas o el tanque de almacenamiento puede ser rígido flotante la carga y descarga del sistema puede ser por gravedad o bombeo.

El procedimiento de desechos en el digestor permite generar en primer termino, un excelente abono orgánico que lleva el nombre de bioabono y en segundo, produce gas metano también llamado biogás.

Para que el biodigestor de desechos orgánicos opere en forma correcta, deberá reunir las siguientes características:

- A) deberá ser hermético con el fin de evitar la entrada de aire, el que interfiere con el proceso y fugas, deberá estar térmicamente aislado para evitar cambios bruscos de temperatura lo que usualmente se consigue construyéndolos enterrados.
- B) No siendo un recipiente de alta precisión, el contenedor primaria de gas deberá contar con una válvula de seguridad.
- C) Deberá contar con medios para efectuar la carga y descarga del sistema.
- D) Los digestores deberán tener acceso para mantenimiento y el deberá contar con un medio para romper las marcas que se forman.

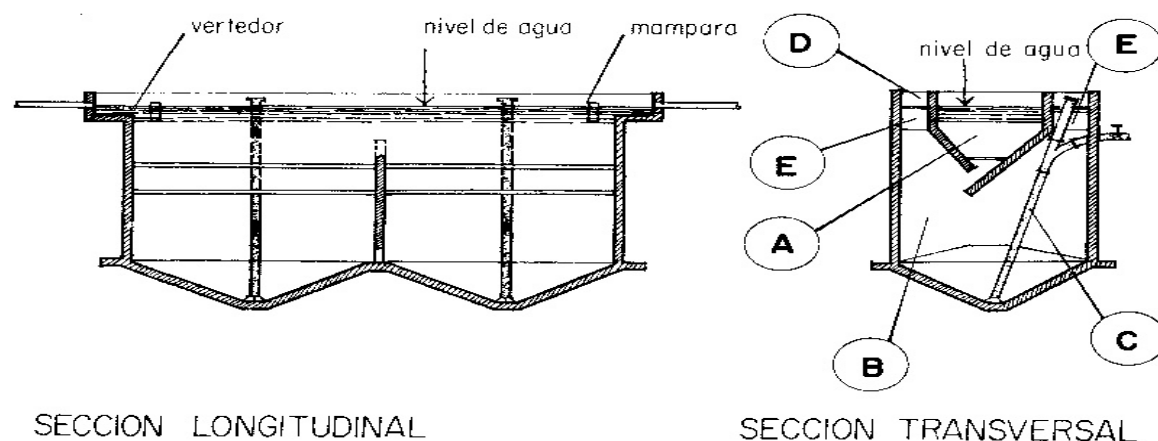
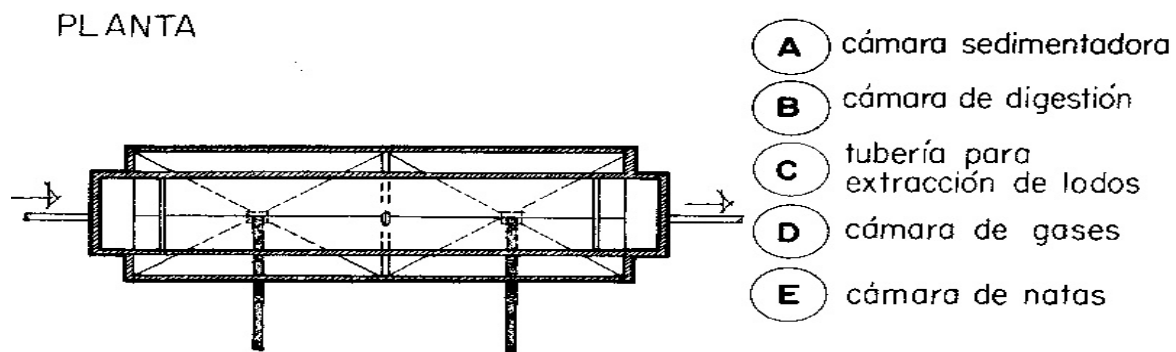
Los biodigestores continúan el proceso de degradación iniciado al alimentarnos o dar de comer nuestros animales, buscando deshacer en sus componentes esenciales a los productos orgánicos que se le cargan. Permite que las aguas negras, los estiércoles y aun la basura orgánica picada de desecho de una casa puedan tratarse, reintegrando el ciclo de los diferentes recursos que usualmente

tiramos, que además contaminan por exceso de nutrientes, mismo que también son excelente medio de cultivo para muchos de los microbios que nos enferman (patógenos). Dicho sistema se diseñó conociendo que en la naturaleza no podemos violar las leyes de la física, por que existen “agujeros “ de materia ni de energía, como para que se pretenda resolver el problema de los desperdicios simplemente tratando de ocultarlos en dichos agujeros (drenaje, rellenos, tiraderos, letrinas, fosas sépticas, etc.) como no has, lo que se busca es dar las condiciones para que se reproduzcan las características de la naturaleza, de modo que se estimulen las formas naturales de recuperación de la materia orgánica nutrientes y la calidad del agua en este caso, permitiendo así la reintegración de los valores nutricionales, fertilizantes, energéticos y la propia agua, al medio ambiente, enfatizando ciertas condiciones biofísico-químicas que van a dar lugar a la multitud de microorganismos que se suceden unos a otros en la asociación de ayuda unos a otros, particularmente del tipo que vive en ausencia del aire (Anaerobios).

Luego de lo anterior, las aguas jabonosas pasan a un remanso provocado por un aumento del área de la sección del tubo, hecho mediante una caja-registro. Ahí se provoca una gran reducción de la velocidad de flujo, lo que permite que las partículas más livianas de grasas y aceites tiendan a flotar sobre el agua, formando una nata. Esta tiene cerca del 70% de ácidos grasos y puede así reutilizarse para fabricar jabón, alimentos para animales, introducirse al digestor, etc. dicha caja se llama “ trampa de grasas “ a partir de este momento se descargan de un tanque con plantas acuáticas del cual se toma el agua para lavado de las instalaciones de animales, luego de lo cual se introducen junto con el estiércol al digestor. Se sugiere que cierta parte del efluente del digestor pase a un canal múltiple lleno de planta acuáticas que colaboran en el término del exceso de nutrientes y que sirven de alimento a animales o al digestor. De este tanque pasan por huecos bajo el nivel del agua a subir irrigar, cuerpo filtrante hecho de pétreo, grava, gravilla, y arena sobre un canal impermeabilizado, acomodado adecuadamente para optimizar la oxidación, la proliferación de microorganismos del suelo, la mayor distancia del recorrido del agua motivo por el cual se siembra con plantas superior que a su vez continua la toma de nutrientes que tirábamos, la energía bioquímica, el agua y nuestro medio ambiente, salud, etc. finalmente, si así se diseña, el agua excelente luego de los tratamientos, se recupera en un tanque recolector, donde se pueden hacer acuicultivos

4.7.3. TANQUE IMHOFF.

El tanque imhoff es un tipo especial de tanque de sedimentación, ampliamente usado para el tratamiento primario en combinación de lagunas de oxidación u otros tratamientos secundarios. consta de dos cámaras: la superior o cámara sedimentadora, por la que pasan las aguas negras a una velocidad muy reducida, permitiendo el asentamiento de la materia en suspensión; la cámara inferior o de digestión, en la cual se desarrollan en descomposición anaerobia de la materia sedimentada. el fondo de la cámara de sedimentación esta formada por dos lozas inclinadas que en su parte mas baja se traslapan, dejando un espacio a través del cual los sólidos asentados pasan a la cámara inferior, aislando así las condiciones sépticas y malos olores provenientes de la digestión de lodos y evitando su contacto con la corriente de aguas negras que pasa por la cámara de sedimentación. piso de la cámara de digestión forma una tolva de donde los lodos ya dirigidos son bombeados a los lechos desecado.



4.1 Dotación

La dotación mínima estándar en sistemas rurales es de **45 lt/hab/día** cifra proporcionada por la Organización mundial de la Salud, la cual considera para : bebida, aseo personal, preparación de alimentos y una porción para abrevadero de animales domésticos. Este número considera solamente un consumo doméstico mínimo por persona para el nivel de servicio más bajo, y representa el límite inferior absoluto de la dotación.

La siguiente tabla de dotaciones, toma en cuenta el clima y la existencia de cabezas de ganado y aves de corral.

Clima	Hidrante Público	Toma domiciliaria
Húmedo	60 - 70	70 - 90
Promedio	70 - 80	90 - 110
Seco	80 - 90	110 - 130

Tabla 1 Dotaciones mínimas en lt/hab/día para sistemas rurales

Fuente: Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, CNA,1994

De acuerdo a los servicios dentro de la vivienda los consumos de agua seran:

Ducha:	25 lt/hab/dia
Wc y lavabo:	10 lt/hab/dia
Preparación de alimentos	5 lts/hab/dia
Consumo humano	5 lts/hab/dia
Aseo de la casa (dimensiones y espacios mínimos)	10 lt/hab/dia
Lavandería	10 lt/hab/dia

La recolección adecuada de las excretas es una parte fundamental de la sanidad ambiental, la inadecuada disposición de las excretas generan contaminación del suelo y de las fuentes de abastecimiento de agua, a través del tiempo se han experimentado con diferentes mecanismos para recolectar las excretas, a nivel rural e individual surgen las letrinas.

Sin embargo es erróneo pensar que solamente con la construcción o con el uso de las letrinas las condiciones de salud mejorarán, la sanidad se encuentra en la educación, en los cambios de hábitos personales de higiene del usuario.

. Recomendaciones para la eliminación de excretas

Para la eliminación sanitaria de las excretas hay que tomar en consideración las características de la comunidad en donde se trabaja. La construcción de letrinas es el recurso inmediato para controlar la eliminación de excretas y evitar la contaminación del suelo, agua y alimentos.

Se recomienda la construcción de letrinas o inodoros conectados a tanques sépticos o inodoros con drenaje hidráulico en base a los criterios siguientes:

- En las zonas rurales en donde no existen sistemas de acueductos y alcantarillados se usan los servicios de hueco o letrinas.
- En los lugares en donde no hay sistema de alcantarillado pero sí acueducto, se deben construir inodoros conectados a tanques sépticos.
- En las comunidades con sistema de acueductos y alcantarillados se utiliza el inodoro con drenaje hidráulico conectado al sistema de alcantarillado.

Letrinas rurales

Las letrinas rurales se utilizan en vivienda y escuelas ubicadas en zonas rurales o semi urbanas con problemas de abastecimiento de agua y para la disposición de excretas de manera sencilla y económica.

Una letrina rural se compone de las siguientes partes:

- 1.- Fosa
- 2.- brocal
- 3.- Losa
- 4.- Tasa
- 5.- Asiento y tapa
- 6.- Caseta

Fosa:

- Puede ser de forma cuadrada, rectangular o circular.
- La profundidad de la fosa es variable, se recomienda de 1.80 m, cuando las condiciones lo permitan.

- El tiempo de servicio de la fosa depende de la frecuencia de uso y conservación de la misma, sin embargo se recomienda que cuando el nivel de excremento llegue a 0.50 m de la superficie del suelo, se quite la losa llenando la fosa con tierra.
- Se recomienda colocar ademes en terrenos flojos para evitar derrumbes. Ademar las paredes de la fosa con materiales de la región.

Brocal:

- Se construirá con material de la región, sobresaliendo del nivel natural del terreno al menos 0.15 m, incluyendo el espesor de la losa.

Losa, taza, asiento y tapa:

- La losa para la letrina sanitaria se construirá con material que garantice su seguridad y duración; como puede ser el concreto reforzado, ajustándose a las especificaciones generales siguientes:

a.- Moldes. Se recomienda para su conservación, impregnarlos de aceite quemado antes y después de usarse.

Caseta:

- Puede ser prefabricada o construirla en sitio con material de la región, procurando que sea lo más económica posible.

Recomendaciones generales:

- 1.- Las letrinas debe construirse en terrenos secos y en zonas libre de inundaciones.
- 2.- La distancia mínima horizontal entre la letrina y cualquier fuente de abastecimiento de agua será de 15 m.
- 3.- La distancia mínima vertical entre el fondo de la fosa de la letrina y el nivel del manto freático será de 1.50 m.
- 4.- La distancia mínima entre la letrina y la vivienda será de 5 m.
- 5.- La dimensión dependerá de la vida útil y la cantidad de excretas; para una familia de cinco personas en un año, las dimensiones son: 1.60x 1.60 x1.80m. Nos podemos basar del siguiente cálculo para situaciones específicas:

Cálculo del compartimiento de una letrina abonera seca:

Datos:

Aportación de sólidos, peso húmedo, $S = 200$ gramos/hab/día (Chogranh, 1995)

No. De personas por casa habitación, $P = 8$ (INEGI)

Densidad de sólidos de la materia fecal. $Ds_f = 1200$ kg/m³ (Plazola

Densidad de la cal, (peso seco), $Dc = 560 - 800$ kg/m³ (Metcafl and Eddy)

Calcular el volumen de sólidos diarios, a partir de la siguiente expresión:

$$Vsd = S * P$$

$$Vsd = 200 * 8 = 1600 \text{ gr/día} = 1.6 \text{ kg/día}$$

El proceso de compostaje toma de 6 meses a 8 meses; suponiendo que se utilice la letrina un año:

$$\text{Volumen de sólidos anuales} = Vsa = 1.6 * 365 = 584 \text{ kg en peso húmedo}$$

Como la materia fecal es 80% agua 20% sólidos, en peso seco tenemos:

$$V_{sa} = 584 * 0.2 = 116.8 \text{ kg en peso seco}$$

Con la densidad de sólidos es 1200 kg/m^3 y el volumen de sólidos anuales en peso seco, se obtiene el volumen necesario para contener la materia fecal, de esta forma el volumen será igual a :

$$Vol = V_{sa}/D_s = 116.8/1200 = 0.0973 \text{ m}^3$$

Calcular el volumen requerido para la cal, no se debe olvidar que a este proceso se le llama "seco" y se debe a la adición de cal, razón por la que ocupa un volumen importante. Para su cálculo se tiene como dato, tomando un valor medio, $D_c = 680 \text{ kg/m}^3$. La proporción con la que se usará la cal, esta directamente ligada con el uso de la composta, con el número de coliformes fecales y totales que se requiera en ésta. De la tabla A.2.1. se elige, para este cálculo, una proporción de 0:1:1, (ceniza: compost : cal); estas proporciones son sobre heces frescas, o lo que es lo mismo en peso húmedo. Por lo tanto:

$V_{sa} = 584 \text{ kg en peso húmedo}$; como la proporción es 1:1 entonces

$$V_{cal} = 584 \text{ kg}$$

Calculando su volumen:

$$Vol = 584/680 = 0.8588 \text{ m}^3$$

El volumen requerido total será:

$$Vol = 0.0973 \text{ m}^3 \text{ volumen requerido para materia fecal}$$

$$Vol = 0.8588 \text{ m}^3 \text{ volumen requerido para la cal.}$$

$$V_t = 0.097 + 0.8588 = 0.956 \text{ m}^3$$

Las dimensiones serán:

$$1 * 1 * 1 \text{ m}$$

las dimensiones de la letrina se pueden acomodar de acuerdo al prototipo quedarían:

$$\text{alto} * \text{ancho} * \text{profundidad} = 0.90 * 0.90 * 1.20$$

Materiales para la construcción de la letrina 1.6x1.60x1.80 m.(opcionales):**Muros:**

- Tabique: 340 pzas.
- Calhídra: 50 Kg.
- Arena: 1 bote.

Losa:

- (vol.=0.013m³)
- Cemento: 4.5 kg.
- Arena: 1/3 bote.
- Grava: 2/3 bote.
- Alambrón: 1.5 kg.
- Alambre #18: 0.4 kg.

Puerta:

- Tabla de 1.9x15.24x3.65 m.(3/4"x6"x12"):2 pzas.
- Clavo de 1": 24 pzas.
- Bisagra de 2": 2 pzas.

Junteado de losa:

- Cemento: 5 Kg.
- Arena: 3/2 bote.

Material para la construcción de la caseta (opcionales).**Postes de madera:**

- 5x5x175 cm: 2 pzas.
- 5x5x195 cm: 2 pzas.

Travesaño de madera:

- 2.5x5 x110 cm: 8 pzas.
- 2.5x5x90 cm: 4 pzas.

Puerta:

- 2.5x5x140 cm: 2 pzas.
- 2.5x5x80 cm: 4 pzas.
- Alambre de gallinero: 5 m²
- Lámina galvanizada de 1x1.20m: 1pza.
- Cemento: 35 kg.
- Arena: 4 botes.
- Clavos de 3": 0.4 kg.
- Grapas: 0.15 kg.
- Bisagras: 3 pzas.

La **letrina de foso, letrina tradicional o estilo pozo** la tecnología más ampliamente usada para la recolección de excretas en los países desarrollados, sin embargo la investigación sobre este tipo de letrinas se realizó en los 30's y ha sido investigado muy poco desde entonces. Consiste en excavar en terreno natural un foso el que puede o no estar revestido, dependerá de las condiciones del suelo, de no más de 2 m de alto, y colocar sobre este una plataforma de concreto con una abertura, su caseta puede ser de material de la región.

Las desventajas de este tipo de letrinas son muchas y muy importantes, una de ellas es que contamina los mantos freáticos, al llenarse se debe excavar otro pozo y rellenar el anterior, de tal forma que la materia fecal junto con la orina quedan enterrados, generalmente este tipo de letrina lleva, en su utilización, agua; genera malos olores. No es recomendable para terrenos con suelos blandos, o en aquellos que el nivel freático sea elevado.

La Este tipo de letrinas se compone de una losa colocada sobre un hueco o pozo cuya profundidad puede ser de 2 metros o mas. La losa debe estar firmemente apoyada por todos los lados y elevada por encima del terreno circundante, de manera que las aguas supeinciales no puedan penetrar en el pozo.

Ante la posibilidad de que las paredes se derrumben deberán revestirse.

La losa está provista de un orificio o de un asiento para que las excretas caigan directamente en el pozo.

Los líquidos se infiltran en el suelo circundante y el material orgánico se descompone, produciendo gases que se escapan a la atmósfera o se dispersan en el suelo, produciendo líquidos que se infiltran en tomo al área de influencia del pozo, y produciendo un residuo descompuesto (mineralizado) y compactado.

CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES

- Pueden ser construidas por el usuario, no necesitan agua para funcionar.
- El fondo del hueco deberá ubicarse por lo menos 1,5 m sobre cualquier nivel de agua subterránea.
- El hueco o pozo puede ser circular, cuadrado o rectangular. Los circulares son más estables. La profundidad por lo general se ajusta a tradiciones locales, pero la misma dependerá de las condiciones del terreno, el costo del revestimiento y el nivel de las aguas subterráneas.
- La losa de cubierta debe estar por lo menos 15 cm sobre el nivel regular del terreno, a fin de impedir que las aguas superficiales penetren en el pozo.
- Por deficiencias, se tienen molestias considerables debido a moscas y malos olores.
- En el mejor de los casos, proporcionan un nivel de saneamiento por lo menos tan satisfactorio como otros métodos más complicados.
- Requieren de poco mantenimiento, debe mantenerse el lugar limpio y el orificio tapado cuando no se esté utilizando.

REFERENCIA, CONTACTO Y SITIOS REPORTADOS CON EXPERIENCIA CON ESTA TECNOLOGIA

- Ministerios de Salud.
- Guía para el desarrollo del saneamiento in situ. Publicación de la OMS (1994) R. Franceys, y compañeros, Universidad de Loughborough. Inglaterra

La **letrina mejorada de pozo ventilado** Las letrinas tradicionales presentan dos problemas fundamentales: tienen mal olor y atraen moscas, así como otros vectores de enfermedades que fácilmente se reproducen en los huecos o pozos.

Para resolver esos problemas, se puede construir la letrina mejorada de pozo ventilado, que se diferencia de la letrina tradicional simple por poseer un tubo vertical de ventilación, el cual posee una malla o cedazo fino en su extremo superior para evitar la entrada de las

moscas y a la vez ese tubo es la única entrada de luz que permite ser el punto apropiado para la atracción interna de las moscas.

El viento que pasa por encima del tubo crea una corriente de aire desde el pozo hacia la atmósfera, a través del tubo, y otra corriente descendente del exterior de la caseta hacia el pozo a través del asiento, provocándose la mayoría del tiempo una circulación conveniente de los gases.

CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES

- La circulación constante del aire elimina los olores resultantes de la descomposición de excretas en el pozo y hace que los gases escapen a la atmósfera por la parte superior del tubo y no por la caseta.
- La corriente de aire es mayor si la puerta de la caseta esta colocada del lado que sopla más frecuentemente el aire (pegándole el aire de frente).
- En la pared donde esta la puerta, se debe tener una abertura en la parte superior; para permitir siempre que la corriente de aire entre. Esta abertura debe tener un tamaño, tres veces más grande que la sección transversal del tubo de ventilación.
- La puerta de la caseta debe mantenerse cerrada, para mantener oscuro el interior. La luz que atrae insectos estará solo en el tubo de ventilación.
- Los tubos de ventilación pueden ser cuadrados o circulares. Estos últimos deben tener un diámetro no menor a 15 cm si son de material liso como el PVC ó de 23 cm si son de material rugoso.
- El tubo de ventilación debe sobresalir 50 cm, de la caseta y debe estar colocado de forma tal que durante la mayor parte del día el sol lo caliente directamente. Se puede pintar de negro para aumentar la absorción solar.

REFERENCIA, CONTACTO Y SITIOS REPORTADOS CON EXPERIENCIA CON ESTA TECNOLOGIA

- Ministerios de Salud.
Guía para el desarrollo del saneamiento in situ. Publicación de la OMS (1994) R. Franceys, y compañeros, Universidad de Loughborough. Inglaterra.

La **letrina a base de agua** fueron inventadas en 1917 y propuestas como una solución de bajo costo; sin embargo en la actualidad, donde el problema es el abastecimiento de agua no es una solución adecuada por sus altos consumos de agua.

La letrina que se le agrega un sifón o una trampa de agua con el propósito de establecer un **cierre hidráulico** que impida el paso de insectos y malos olores del pozo al interior de la caseta; la remoción o limpieza de las heces, del elemento donde se descarguen se hace con la aplicación de agua en cantidades suficientes como para provocar el arrastre de los sólidos hasta el hueco o pozo y reestablecer el cierre.

El cierre hidráulico utiliza muy poca cantidad de agua, funcionando con volúmenes entre 3 y 4 litros.

El pozo o hueco puede estar ubicado en otra posición, desplazado con respecto a la caseta de la letrina, en cuyo caso, ambas unidades estarán conectadas por una tubería de poca longitud. La caseta podrá construirse en el interior de la casa o pegada a ella.

CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES

- El cierre hidráulico puede ser parte del elemento que forma el asiento o estar unido a él, colocándose por debajo.
- No es preciso echar agua limpia para accionar este sistema, es posible usar el agua ya utilizada al lavar la ropa, bañarse o en otro propósito similar.
- No se deben echar en la taza objetos sólidos como papel grueso o mazorcas de maíz ya que es probable que el sistema se obstruya. Estos materiales sólidos recogidos en recipientes aparte, se deben tratar independientemente.

- Si el hueco o pozo está desplazado respecto a la caseta, la tubería que hace las descargas desde la taza deberá tener una pendiente no menor al 3%.
- Al llenarse el hueco o pozo, deberá excavar otro, y dejar los excrementos reposando y continuando su proceso de descomposición durante por lo menos 6 meses. En la situación de contar con la modalidad de letrina desplazada, no será necesario mover la caseta, sino que excavar otro hueco en las inmediaciones y mover las tuberías de descarga hacia donde corresponda.

REFERENCIA, CONTACTO Y SITIOS REPORTADOS CON EXPERIENCIA CON ESTA TECNOLOGIA

- Fabricantes de loza sanitaria, como INCESA STD. Teléfono (506) 232-5266; Fax (506) 220-0044.
- Ministerios de Salud.
- Gula para el desarrollo del saneamiento in situ. Publicación de la OMS (1994) R. Franceys, y compañeros, Universidad de Loughborough. Inglaterra.

Las letrinas **de pozo anegado** se instalan encima o al lado de un depósito o tanque que se debe mantener lleno de agua y son muy útiles cuando el abastecimiento de agua es limitado.

Las letrinas bajo este sistema pueden o no funcionar con los elementos que hacen el sello hidráulico.

Si la letrina está encima del tanque o foso, debajo del asiento existirá un tubo de descarga vertical por el que caerán las excretas, conservándose el sello bajo el nivel del agua. Si la letrina está desplazada la tubería que lleva las descargas también estará en condiciones semejantes.

La tubería de descarga debe estar sumergida para crear un cierre hidráulico que impide la llegada de los gases hasta la caseta y limita el acceso de moscas e insectos al tanque.

El efluente del tanque se debe encaminar a un pozo de infiltración, una zanja de desagüe o una cloaca.

CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES

- El tubo de descarga debe penetrar 75 mm (3") en el agua del depósito o tanque que está lleno, para crear permanentemente el cierre hidráulico.
- Debe vigilarse diariamente que el nivel del agua en el tanque no baje, esto puede hacerse agregando una cubeta de agua de cuando en cuando para que se reestablezca el volumen perdido, dado el efecto provocado por evaporación.
- El efluente, por lo general, es poco abundante y, por lo tanto, muy concentrado.

- La capacidad que han de tener estas letrinas se calcula por el mismo procedimiento seguido para el dimensionamiento de tanques sépticos.
- Es indispensable eliminar periódicamente los lodos y las natas, por lo que los depósitos deben tener instalada una lapa movable y un acceso apropiado.
- Debe preverse un tubo de ventilación, en la tubería de descarga o en el mismo depósito, en caso extremo.

REFERENCIA, CONTACTO Y SITIOS REPORTADOS CON EXPERIENCIA CON ESTA TECNOLOGIA

- Existe experiencia con el proyecto SANEBAR del Ministerio de Salud de Costa Rica aplicando, con adaptaciones, los conceptos básicos de esta técnica. Teléfono (506) 232-5518, Fax (506) 290-0296.
? Guía para el desarrollo del saneamiento in situ. Publicación de la OMS (1994)
II. Franceys, y compañeros, Universidad de Loughborough. Inglaterra.

La letrina **sobre el río** es aprovechar el paso del río, lago o acuífero (natural o artificial) sin necesidad de excavar un pozo, se construye una caseta sobre el río y el agua se encarga de llevar el excremento, contaminando las personas y animales que usan el agua. Otra modalidad es llevarla por medio de un drenaje hacia un pozo, río, lago u otro lugar.

La **letrina de compostaje o letrina abonera seca familiar** es una de las tecnologías que recoge las excretas en el mismo sitio y que las almacena; esta tecnología ha sido utilizada en Vietnam desde 1956 con éxito. Este tipo de letrinas realiza una separación de las excretas con la orina a través de una taza especial, éstas son elevadas, es decir no requieren excavación, compuestas por dos cámaras, una taza, y su respectiva caseta. Para la utilización de las letrinas secas es necesario que después de cada evacuación se la agregue cierta cantidad de ceniza o cal, esta dependerá de la proporción a utilizar. Las proporciones se eligen de acuerdo a las características que se requiera para el abono.

La función de la cal y la ceniza es:

- ✦ Secar las heces para logra una mejor descomposición sin olores
- ✦ Evitar que los patógenos presentes en las excretas sobrevivan
- ✦ Evitar el acceso de moscas

Otra particularidad de la letrina abonera seca es que la orina es captada a través de una separación dentro de la taza que la conduce por medio de una manguera hacia atrás de la caseta donde es depositada en anforas o recipientes para después ser utilizada.

Si por persona se producen 1.5 litros de orina al día (Schiere, 1993), una familia de 8 personas producirían 12 litros de orina al día, aproximadamente, dependiendo de la capacidad del recipiente esta se puede almacenar hasta un mes, después de este tiempo la orina empieza a descomponerse y genera malos olores, es importante no guardar la orina en recipientes abiertos pues se pierde rápidamente el valor del nitrógeno.

Para aplicarlo se recomienda diluir la orina con agua al 50% .

Al igual que el abono, la orina debe aplicarse a plantas que no produzcan su fruto pegado al suelo, para evitar posibles contaminaciones.

Mantenimiento

Es necesario mantener limpia la caseta para evitar la contaminación por agentes externos, se debe limpiar el mingitorio y los tubos que conducen la orina para evitar la presencia de moscas; se debe apelmazar las heces para lograr una unión entre ellas y así facilitar la efectividad del proceso, además que con menos huecos menos oportunidad al escape de gases y al apelmazar se reduce el volumen, evitar que los animales domésticos entren o duerman dentro de caseta, cuando no esté en uso mantenerla tapada, arrojar dentro de la fosa los papeles sucios (mientras sean biodegradables), no arrojar dentro de la fosa las aguas de cocina o del lavabo, basura, desinfectante; si la tapa o el asiento se deterioran o descomponen, deberá arreglarse de inmediato, para evitar la entrada de moscas al interior de la fosa.

Resumiendo, las ventajas de la letrina abonera seca familiar son:

- ✦ No produce malos olores
- ✦ Genera abono orgánico
- ✦ Genera urea
- ✦ Es de fácil construcción
- ✦ Sencilla de operar
- ✦ Su mantenimiento es mínimo
- ✦ Es de bajo costo
- ✦ No contamina los mantos acuíferos ya que es elevada.
- ✦ Puede construirse junto a (o cerca de) la casa.

Para su construcción debe buscarse zonas no inundables.

Criterio de diseño de las letrinas:

Los problemas revelan que los criterios de diseño deben complementarse y reforzarse con las consideraciones de salud, entre estas consideraciones están:

1. Problemas con los insectos, especialmente las moscas, los olores ofensivos.
2. La superestructura de la letrina es un factor importante para la aceptabilidad social, debería ser amplio, ventilado, construido sólidamente y con asiento y paredes.
3. Grandes volúmenes de agua para la operación de la letrina están raramente disponibles.
4. Los sistemas complejos especialmente aquéllos que requieren de mantenimiento excesivo son indeseables .
5. El agua de lavado y la basura doméstica podrían estar juntas dentro de la letrina, con tecnología apropiada o bien podrían estar separadas..
6. El reuso de los desechos no es muy tradicional, la introducción de esta técnica requerirá de un programa de educación.

Letrina elevada

Este tipo de letrina debe utilizarse en terrenos duros o rocosos, o cuando el nivel de aguas freáticas esté a poca profundidad.

Se conviene diseñar por separado el contenedor de deshechos sólidos (la letrina) y el de los líquidos (un mingitorio) con un pozo colector de orina. O bien, integrales pero siempre separados.

¿Qué hacer con la orina?

El Grupo de Investigación y Desarrollo recientemente publico hechos interesantes sobre la orina humana fresca, el cual sugirió que puede utilizarse como un importante fertilizante para el jardín.

1.- ¿Que tan potente es?

La orina humana tiene rangos muy altos en el contenido de nitrógeno comparado con todos los materiales de compostaje.

2.- ¿Cuánta “fuerza” perderá antes de su uso?

La fuerza real de la orina humana y del abono del ganado esta en su química cuando son utilizados, no cuando son desechados. Cuando es utilizada, la orina humana puede, en efecto, tener un contenido más alto de nitrógeno que el abono del ganado por las siguientes razones:

- más probabilidad de ser utilizada después de la excreción,

- estaria contenida en un recipiente sellado y,
- es un líquido

De este modo la descomposición de la orina es menor, no sufrirá desviaciones y “leaching” por la lluvia, y no perderá nitrógeno durante el tiempo que en el que se este extendiendo y arando.

3.-¿Cuánto se produce?

Tres o cuatro personas desechan lo necesario en seis meses para un jardín de 50 x 50 ft. (15.24 x 15.24 mts.) o una moderada cantidad de montones de composta.

Actualmente puede mejorarse la conservación de orina y heces por separado. A diferencia del uso del abono de animales, el cual consiste en juntar heces y orina, la orina humana debería ser utilizada sola aún sabiendo que la orina combinada con las heces tiene más nitrógeno, fósforo y potasio y es recolectada más fácilmente donde sólo es necesario un baño.

Ventajas:

- Es económica
- No necesita una red de alcantarillado
- Es de fácil construcción.
- Son recomendables en cualquier tipo de clima.

Limitaciones:

Genera contaminación sino tiene una adecuada limpieza y si no se ubica de acuerdo a las recomendaciones sugeridas, puede contaminar cuerpos de agua.

CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES

- Las heces caen en la cámara y la orina llega por un tubo hasta afuera de las cámaras. Este tubo o manguera saliendo del asiento se une con la que viene del orinal para recolectar toda la orina en un recipiente adecuado, antes de su posible aplicación posterior.
- Una de las funciones de la ceniza es secar las heces para lograr una mejor descomposición y muerte de los microbios.
- La LASF produce menor cantidad de gases olientes y algo de humedad. Unas pequeñas aberturas en la sisa de los bloques son suficientes para que esos gases escapen.
- Semanalmente, se tiene que apelmazar la mezcla de heces y ceniza, para entre otros, lograr un mejor uso del volumen de la cámara.
- Cuando una cámara está casi llena, se cubre la mezcla con tierra, se coloca la tapadera, se traslada la taza al otro compartimento y se deja descansando por 6 meses, la cámara y todo su contenido.
- Cada persona produce aproximadamente la cantidad de 1,5 costales (sacos) por año de abono, de lo cual una parte consiste en cenizas.

REFERENCIA, CONTACTO Y SITIOS REPORTADOS CON EXPERIENCIA CON ESTA TECNOLOGIA

- Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropiable (CEMAT). Apartado Postal 1160. Guatemala 01901. Tel/fax (502) 339-4804
- Comité central Menonita, Santa Maria Cauqué, Socatepequez. Apartado Postal 1779, Ciudad Guatemala.
- Ministerios de Salud de Colombia, Honduras, Panamá.

La **letrina con asiento y piso en fibra de vidrio** así se ha llamado a la solución industrial desarrollada con el propósito de cumplir con las funciones que tradicionalmente se han tipificado para las letrinas. Es una versión que integra en una sola pieza el piso o losa de la letrina junto con el asiento o sentadera de la misma. Tiene tapa producida con el mismo material.

Por estar fabricada en plástico reforzado con fibra de vidrio, su estética es atractiva, puede tener diferentes colores y fácilmente puede mantenerse limpia. Este producto es adaptable a los diferentes tipos de letrinas, pudiéndose utilizar como letrina tradicional simple, letrina mejorada de pozo ventilado o como letrina con cierre hidráulico. Dadas sus dimensiones (0,80x1,10 m) también puede adaptarse a casetas dentro o fuera de la vivienda.

CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES

- Por el tipo de material con el que se fabrica, esta letrina es muy liviana, se hace con forma e inclinación cónica, apropiada para que varias piezas puedan ser apiladas una sobre otra, facilitándose el transporte simultáneo de diferentes cantidades.
- La unión entre el piso y el asiento, realizada en fábrica, le dan ventajas sanitarias que impiden el paso de insectos entre la caseta y el hueco.
- En el piso o losa se tiene prevista una abertura para colocar la tubería de ventilación.

- Esta letrina debe apoyarse muy bien para que no se sienta la flexibilidad propia de los materiales con los que está hecha y evitar el temor de los usuarios.
- Un procedimiento a utilizar para rigidizar ese piso, es por medio de la aplicación, por debajo, de una capa en ferrocemento o la construcción de una estructura en madera. Para la colocación del sifón o trampa de agua también en fibra de vidrio, se tienen dos posibilidades: una colocando el sifón por encima, a manera de sombrero apoyándose en la parte superior del asiento y la otra, fijándose el sifón con tornillos a los bordes internos y por debajo del asiento.

REFERENCIA, CONTACTO Y SITIOS REPORTADOS CON EXPERIENCIA CON ESTA TECNOLOGIA

- Empresa Fibromuebles de Costa Rica S.A, desarrolladores originales y dueños de la patente. Escazú, San José. Costa Rica. Teléfono (508) 228-2300. Fax (508) 228-2100.
- Ministerio de Salud de Costa Rica (Teléfono (508) 232-5518. Fax (508) 290-0296), y de otros países de la región centroamericana.
- OPS

La **letrina de pozo elevado** es cuando las condiciones del terreno son difíciles, teniendo los niveles subterráneos de agua (freáticos) muy cerca de la superficie, una forma de resolver el problema es construyendo letrinas de hueco o pozo elevado.

1.- El hueco o pozo se excava al final de la época seca, a una profundidad razonable que no interfiera significativamente con los flujos de agua y haciendo que el revestimiento de ese hueco se prolongue sobre la superficie o nivel existente del terreno hasta que se alcance el volumen deseado.

Cuando la zona de infiltración que se pueda obtener bajo el suelo sea insuficiente, la parte elevada del pozo podrá ir rodeada de un terraplén de tierra.

Esta modalidad que se llama letrina de pozo elevado puede ser utilizada como letrina tradicional simple, como letrina mejorada de pozo ventilado, como letrina con cierre hidráulico o de cualquier otro tipo posible.

2.- Otro de los tipos de las letrinas caracterizadas para ser utilizadas en la región de la Mosquitia, zona oriental de Honduras y que se presentan como un buen ejemplo de aplicación específica; fue clasificada tomando bajo consideración la existencia de diferentes tipos de suelo y de un nivel freático alto. También fue considerada en su aplicación la disponibilidad remota de materiales de construcción, dadas las condiciones lejanas a centros urbanos.

Por condiciones de inundación, la caseta se levanta del suelo. Esa base se construye con bloques de concreto, y arranca desde las profundidades del hueco, funcionando a la vez a manera de ademe o estructura que refuerza esas paredes.

CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES

1.-

- El revestimiento del hueco, prolongado sobre el nivel del suelo, debe impermeabilizarse, tanto por dentro como por fuera.
- Si se construye un terraplén, el mismo podrá usarse para la infiltración, siempre que se haga de material permeable y bien compactado, con una inclinación lateral estable y sea lo bastante grueso para evitar que los líquidos filtrados resuman en la base del terraplén, en lugar de infiltrarse en el suelo.
- En las construcciones con terraplén, la parte superior (50 cm) del revestimiento levantado también deberá estar impermeabilizada, por ambos lados; la filtración se hará por aberturas dejadas en la parte inferior.

2.-

- Se levantan entre 30 y 80 cm del suelo.
- Se clasifica como del tipo seco.
- Cuenta con línea de ventilación, construida con caña de bambú (conocido como Tarro) de aproximadamente 10 cm de diámetro.
- La base construida en bloques, tiene alrededor de 1,0 m hacia abajo y por lo menos 0,3 m sobre el suelo.
- El piso es una losa o plataforma de concreto es de 5cm de espesor, de 0,9 x 1,45 m, reforzada con varilla N'2 (1/4"). Tiene aberturas para la ventilación y la colocación del asiento.
- El asiento o sentadera es de concreto, fabricada con molde.
- Las paredes de la caseta son de madera local: yagua o pino para este caso de Honduras. Se recomienda la aplicación de preservantes y así aumentar su durabilidad.
- El techo es de palma (tike o suita). Este techo se encuentra a una altura de 1,80 m, desde la losa de concreto, en la parte de atrás, que es la más baja.

REFERENCIA, CONTACTO Y SITIOS REPORTADOS CON EXPERIENCIA CON ESTA TECNOLOGIA

1.-

- Ministerios de Salud.
- Guía para el desarrollo del saneamiento In situ. Publicación de la OMS (1994) R. Franceys, y compañeros, Universidad de Loughborough. Inglaterra

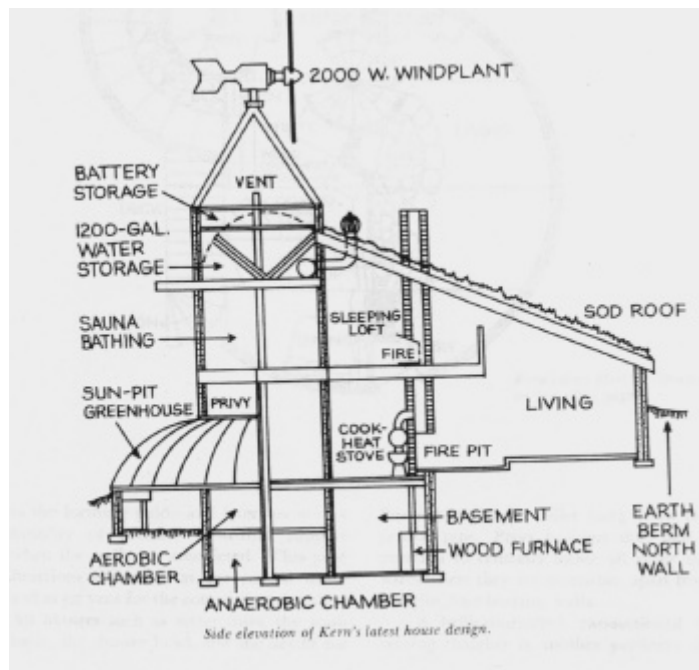
2.-

Juan E. Zelaya B., ingeniero civil, OPS. Honduras.

- División de Saneamiento Ambiental, Ministerio de Salud. Tercer nivel, edificio Graficentro, calle La Fuente, 130 La Fuente, Tegucigalpa MDC, Honduras.
Teléfono (504) 22-1927. Fax (504) 38-6030

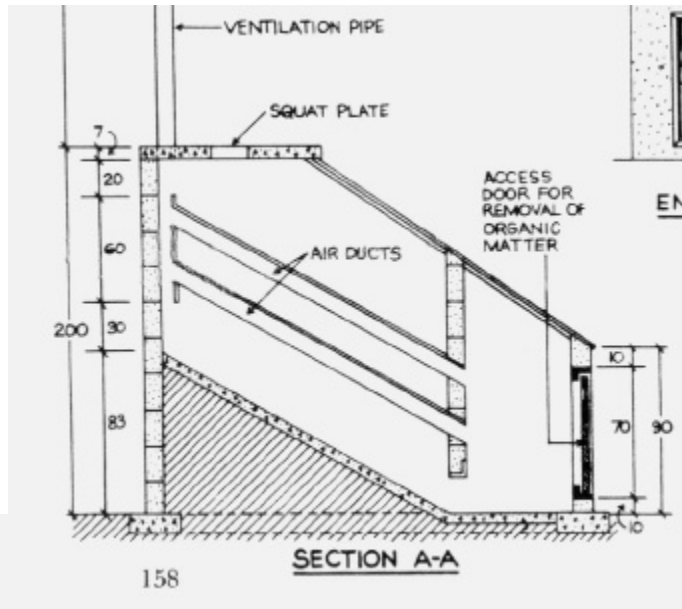
La **letrina portátil** se puede cambiar de lugar con facilidad. Hay algunas familias que quieren tener un sanitario o letrina cerca o quizás adentro de la casa. Algunas razones, por esto son: falta de campo, falta de lugar propio, no querer salir de noche, etc. En estos casos sugerimos una alternativa que le llamamos FASF portátil. Es una taza con su propia plancha que es pequeña y se puede instalar en una esquina de la casa, colocando un bote debajo. Se construyen dos pequeñas paredes para sostener la planchita a una altura cómoda para sentarse. Es necesario tener dos depósitos afuera en donde vaciar el bote cada vez que se llena. Estos depósitos pueden ser contruidos de tabla, palo de raíz, block, u otro material, siempre estando bien tapado y protegido de la lluvia, evitando la entrada de moscas y humedad.

La anaerobic chamber

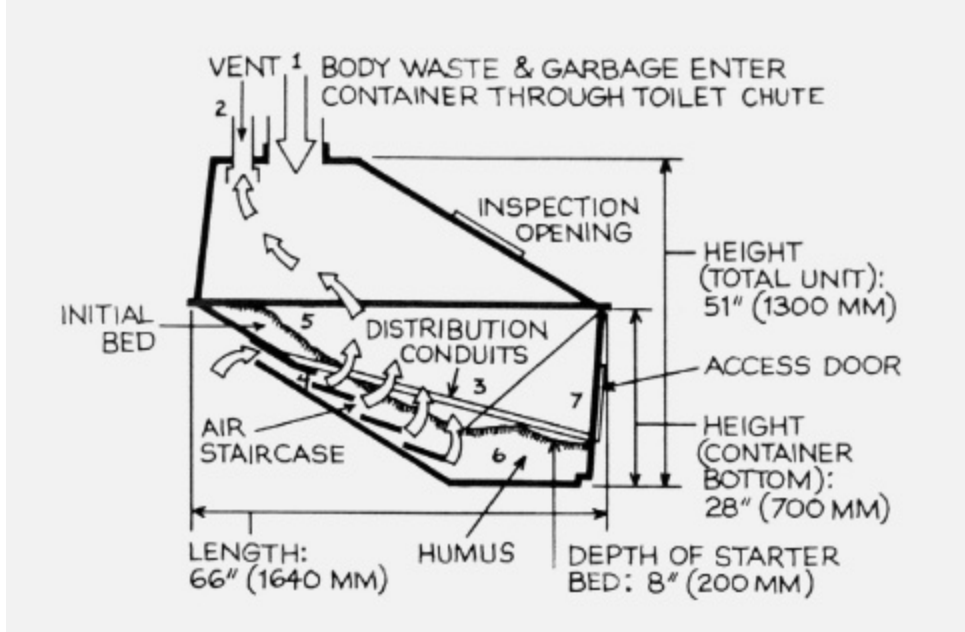


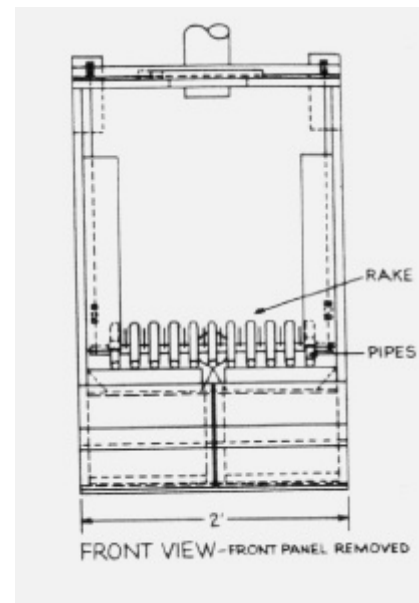
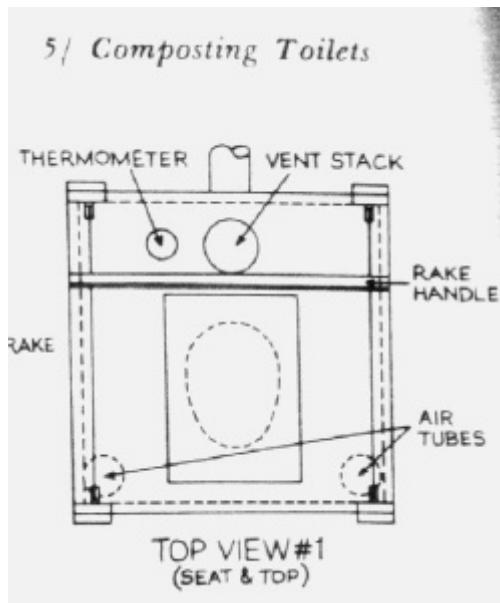
La farallones two-holer

La bin composter

La clivus multrum**La clivus minus**

Goodbye to the Flush Toilet





La Travis's solar-assisted composting

EXISTEN MUCHAS MANERAS DE SABER A SIMPLE VISTA SI EL AGUA ESTA CONTAMINADA, ESTAS PUEDEN SER: POR SU OLOR O POR SU SABOR, Y POR SU ASPECTO.

SI EL AGUA ESTA CAFÉ, QUIERE DECIR QUE ESTA SUCIA Y PUEDE ESTAR MEZCLADA CON AGUAS NEGRAS.

SI ESTA AMARILLA PUEDE TENER CONTAMINANTES QUÍMICOS. Y SI ESTA VERDE, ESTA CONTAMINADA CON AGUAS NEGRAS.

SI EL AGUA TIENE MAL OLOR LO MAS SEGURO ES QUE ESTE CONTAMINADA. ESTA NO DEBE USARSE.

CUANDO EL AGUA TIENE MAL OLOR NO ES RECOMENDABLE INGERIRLA, ESCUPALA Y BUSQUE AGUA ADECUADA O INICIE UN PROCESO DE PURIFICACIÓN.

PROCESOS DE PURIFICACIÓN Y DESINFECCIÓN

CRIBADO.

PARA ESTE PROCESO ES NECESARIO SEPARAR LA MATERIA FLOTANTE, POR MEDIO DE UNA COLADERA O PEDAZOS DE TELA DE ABERTURA PEQUEÑA.



SEDIMENTACIÓN.

EN ESTE PROCESO EL AGUA SE DEJA EN REPOSO, PARA QUE TODAS LAS PARTICULAS CONTENIDAS SE PRECIPITEN AL FONDO DEL RECIPIENTE. SI SE QUIERE SE AGREGAN DE 5 A 10 MG. DE SULFATO DE ALUMINIO A CADA LITRO DE AGUA , SE AGITA DESPACIO DURANTE 10 MIN. Y SE DEJA REPOSAR 30MIN.

EN CASO DE NO CONTAR CON SULFATO DE ALUMINIO, EL AGUA SE DEJARA REPOSAR TODA LA NOCHE OBTENIENDO EL MISMO RESULTADO.



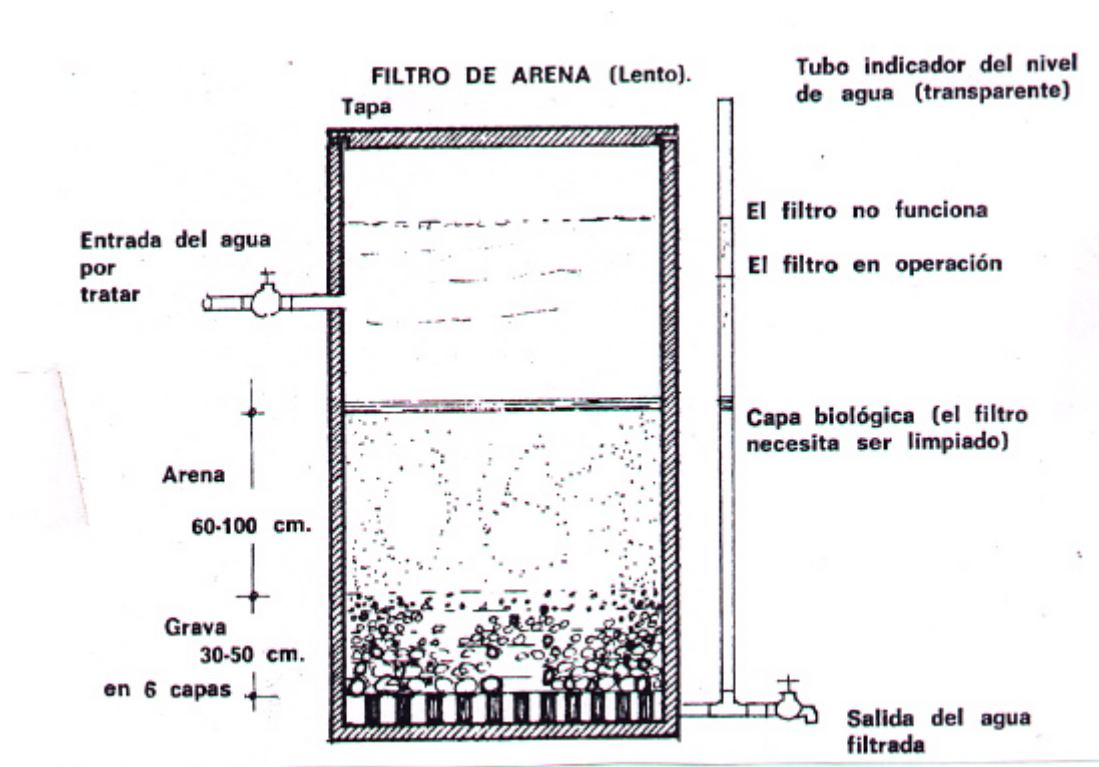
FILTRACIÓN

ESTE PROCESO TIENE LA PARTICULARIDAD DE ELIMINAR LA TURBIEDAD DEL AGUA, QUE EL CRIBADO Y LA SEDIMENTACIÓN NO LOGRARON.

ALGUNOS FILTROS LOGRAN ELIMINAR VIRUS Y BACTERIAS PATÓGENAS, PRODUCIENDO UN AGUA POTABLE, (FILTROS DE CERÁMICA SAHOP), PERO OTROS NO, (FILTROS DE ARENA).

Filtros de arena.

ESTE FILTRO DE CONSISTE EN UNA CAPA DE ARENA, APOYADA SOBRE UNA CAPA DE GRAVA DE DIFERENTES DIÁMETROS.



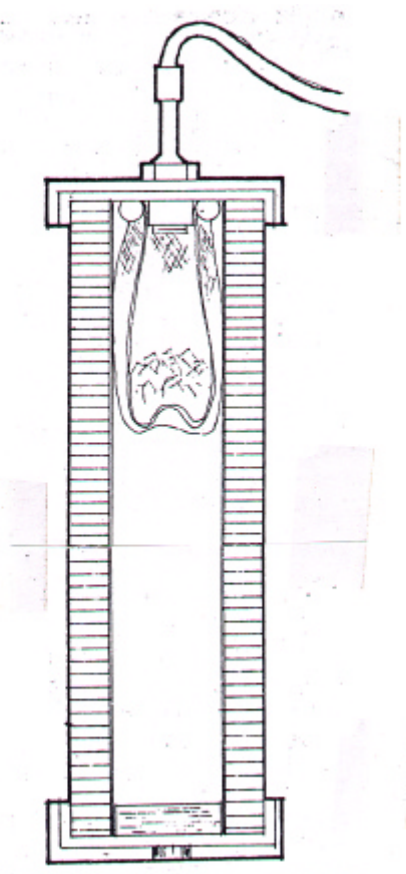
EL AGUA DEBERA VERTERSE SOBRE EL FILTRO LENTAMENTE, EVITANDO DESEMPAREJAR LA ARENA DE LA SUPERFICIE. LA VELOCIDAD MAX. CON QUE DEBE PASAR EL AGUA A TRAVES DEL FILTRO, ES DE 2.7 LITROS/M2/MIN.

CUANDO SE TAPE EL FILTRO CON IMPUREZAS, Y SE INTERRUMPA EL GOTEIO DE AGUA EN EL EFLUENTE, SE DEBERAN REMOVER DE 2 A 3 CM. DE LA CAPA DE ARENA SUPERIOR, Y DESECHARLA O LAVARLA PERFECTAMENTE, PARA VOLVERLA A USAR. NUNCA DEBERA SER DE MENOS DE 60 CM. DE ALTURA LA CAPA DE ARENA. EL AGUA SALIDA DE ESTE TIPO DE FILTROS NO ESTA PERFECTAMENTE PURIFICADA, ES NECESARIO HERVIRLA O DESINFECTARLA.

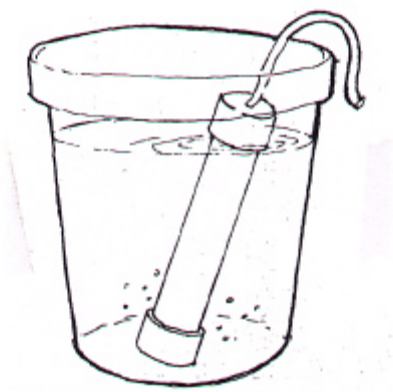
Filtros de cerámica.

EXISTEN VARIOS TIPOS DE FILTROS DE CERÁMICA EN EL MERCADO, PERO EL MAS ECONOMICA ES EL “FILTRO Y PURIFICADOS RURAL”.

ESTE FILTRO SIRVE PARA PURIFICAR AGUAS DE CHARCOS, PRESAS, LAGOS, RIOS, AGUAS DE LLUVIA Y LAGUNAS, ES DECIR AGUAS BRONCAS, PERO NO SIRVE PARA PURIFICAR AGUAS NEGRAS.



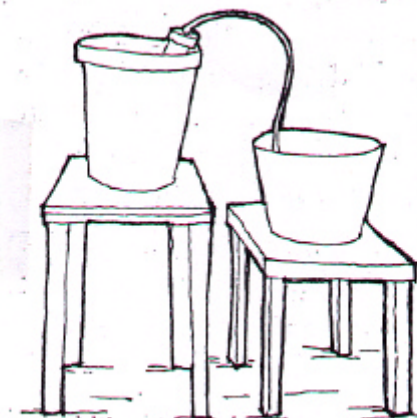
UNA VEZ CONCLUIDO EL PROCESO DE SEDIMENTACIÓN, SE RETIRA EL AGUA OBTENIDA A OTRO RECIPIENTE AL CUAL SE LE INTRODUCE EL FILTRO, DEJANDO FUERA LA MANGUERA.(COMO SE MUESTRA EN LA FIG.).



EL FILTRO SE DEJA REPOSAR DURANTE UNA HORA, DESPUÉS HABRA QUE CHUPAR POR LA MANGUERA Y DEJAR SALIR EL AGUA DURANTE UNA HORA HASTA QUE SALGA CLARA.



EL AGUA CLARA QUE SALGA DEL FILTRO DEBERA DEPOSITARSE O ALMACENARSE EN OTRO RECIPIENTE QUE ESTARA 30 CMS. MAS ABAJO QUE EL PRIMERO.



EL FILTRO SE DEBERA LAVAR CADA MES, CON ESTROPAJO, UTILIZANDO AGUA LIMPIA. NUNCA DEBERA USAR JABON O DETERGENTE. EL AGUA SALIDA DE ESTE FILTRO SI ESTA PERFECTAMENTE POTABILIZADA POR LO QUE NO ES NECESARIO HERVIRLA O DESINFECTARLA.

HERVIDO.

EL AGUA DEBERA HERVIRSE POR 20 MIN. ESTE TIEMPO ES SUFICIENTE PARA DESTRUIR ORGANISMOS NOCIVOS A LA SALUD COMO BACTERIAS, VIRUS, AMIBAS, ESPORAS, ETC.

ES RECOMENDABLE UTILIZAR SIEMPRE EL MISMO RECIPIENTE PARA HERVIR EL AGUA.

UNA VEZ HERVIDA EL AGUA DE DEJA REPOSAR EN EL MISMO RECIPIENTE, TAPADO DURANTE ALGUNAS HORAS, PARA QUE SE PIERDA EL SABOR DEL AGUA HERVIDA.

CLORACION.

LA DESINFECCIÓN QUÍMICA ES EL METODO MAS ECONOMICO PARA ELIMINAR VIRUS, BACTERIAS Y QUISTES DEL AGUA. EN LA MAYORIA DE LAS GRANDES PLANTAS POTABILIZADORAS SE UTILIZA ESTE PROCESO PARA PURIFICAR EL AGUA.

EN ESTE PROCESO, TENIENDO EL AGUA YA FILTRADA, SE DETERMINA LA CANTIDAD A CLORAR EN LITROS. DESPUÉS DE ESTO SE APLICAN TRES GOTAS DE SOLUCION AL 1% DE CLORO, POR CADA LITRO DE AGUA Y SE AGITA DURANTE UN MINUTO.

SE DEJA REPOSAR POR 20 MIN. Y DESPUÉS SE DETERMINA EL CLORO RESIDUAL, METODO QUE DESCRIBIREMOS MAS ADELANTE. EN CASO DE NO CONTAR CON ESTE , SE REPITE EL PROCEDIMIENTO.

CUANDO YA EXISTA ALGO DE CLORO RESIDUAL, EL AGUA YA ESTA POTABILIZADA.

EN EL MERCADO EXISTEN OTROS TIPOS DE SOLUCIONES PARA PURIFICACIÓN DEL AGUA QUE TAMBIEN SON EFECTIVAS, PERO RESULTAN MAS COSTOSAS.

Para conocer si hay o no cloro residual en el agua.

EN UNA TAZA SE COLOCA AGUA DE LA QUE SE PRETENDE DETERMINAR EL CLORO RESIDUAL, SE AGREGAN TRES CRISTALES DE YODURO DE POTASIO, AGITÁNDOLOS HASTA QUE SE DISUELVAN, POSTERIORMENTE SE AÑADEN CINCO GOTAS DE VINAGRE Y SE AGITA, TAMBIEN UNAS GOTAS DE SOLUCION DE ALMIDON Y AGITAMOS NUEVAMENTE.

SI APARECE UN COLOR AZUL-MORADO, HAY CLORO RESIDUAL. SI NO APARECE ESTE COLOR, EL AGUA NO TIENE CLORO RESIDUAL.

ENTRE MAS INTENSO SEA EL COLOR MAS CLORO CONTIENE EL AGUA SE DEBE PROCURAR QUE EL CLORO RESIDUAL PRESENTE, DESPUÉS DE 20 MIN., SEA APENAS PERCEPTIBLE, PARA EVITAR TENGA DEMASIADO SABOR A CLORO.



ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE

LOS CUIDADOS QUE DEBEN TENERSE PARA UN ALMACENAMIENTO ADECUADO DEL AGUA SON LOS SIGUIENTES:

- *USAR RECIPIENTES BIEN TAPADOS PARA EVITAR LA ENTRADA DE INSECTOS, POLVO O CUALQUIER SUBSTANCIA U ORGANISMO.
 - *LOS RECIPIENTES DEBEN LIMPIARSE PERIÓDICAMENTE, VACIÁNDOLOS, LAVÁNDOLOS Y ENJUAGÁNDOLOS CON AGUA CON CLORO. EN TINACOS DOS VECES AL AÑO Y EN BOTELLONES UNA VEZ POR SEMANA.
 - *DEBEN USARSE RECIPIENTES PEQUEÑOS DE CUELLO DELGADO PARA QUE HAYA MENOS CONTACTO DEL AGUA CON EL EXTERIOR.
-

USOS DEL AGUA TRATADA

EL AGUA QUE SE OBTIENE DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE TRATAMIENTO, ES UN AGUA QUE NO TIENE LAS CARACTERÍSTICAS DE POTABLE, PARA ESTO SE TENDRÍA QUE DESINFECTAR CON ALGUNOS ELEMENTOS QUÍMICOS QUE LA HARÍAN RECOMENDABLE PARA CONSUMO HUMANO.

SIN ENBARGO ESTA AGUAS TIENEN UN USO QUE PUEDE SER MUY VARIADO DEPENDIENDO LAS NECESIDADES DE CADA FAMILIA.

EL AGUA TRATADA SE PUEDE USAR PARA:

- *RIEGO DE HUERTOS.
 - *LAVADO DE PISOS Y BANQUETAS.
 - *COMO AGREGADO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.
 - *EN JAGUEYES PARA CRIADERO DE PESES.
 - *ENCAUSAR A POZOS DE ABSORCIÓN.
-

4.8 Tratamiento de lodos

4.8.1 Lechos de secado.-

Son estructuras que se emplean para secar los lodos previamente digeridos, producidos en otros procesos biológicos tales como sedimentadores y fosas sépticas, evaporando e infiltrando el agua que contienen.

En el proceso la evaporación se produce por asoleamiento y la infiltración en camas de arena y grava graduada.

Se emplea en trenes de tratamiento de lodos, siendo estos:

Digestión – lechos de secado – disposición final

Ventajas:

Es el sistema más económico para la digestión y el secado de los lodos

Desventajas:

Uso limitado a comunidades pequeñas.

Pueden generar moscas e insectos nocivos.

Ocupan grandes superficies de terreno.

Su eficiencia está sujeta a los efectos de la temperatura, insolación y humedad del ambiente.

De tenerse problemas con olores y lluvias deben de ser cubiertos como invernaderos con muy buena ventilación.

4.8.2 Composteo

El lodo convertido adecuadamente en composta es un material sin problemas sanitarios, sin olores y de características parecidas al humus. Aproximadamente del 20 al 30% de sólidos volátiles se convierten en dióxido de carbono y agua, además el lodo se procesa en condiciones termófilas (49° a 57° C), por lo que el producto final está prácticamente pasteurizado.

El Composteo se puede llevar a cabo mediante tres métodos: pilas volteadas, pilas estáticas aireadas y reactores cerrados.

Ventajas:

Es un sistema económico.

No requiere de personal altamente capacitado.

El producto final puede servir como abono.

Desventajas:

Puede producir malos olores.

De no tenerse el cuidado necesario puede ser un foco de infección.

4.8.3 Tratamiento con cal

Puede hacerse con cal apagada o con cal viva; el procedimiento consiste en agregar cal para elevar el Ph del lodo hasta 12 y que permanezca en este nivel durante dos horas como mínimo y debe permanecer por arriba de 11 durante varios días.

Ventajas

Si se utiliza cal viva se destruyen los huevos de helminto.

Desventajas

El problema principal consiste en lograr una buena mezcla entre la cal y el lodo.

4.7.5 Los humedales son áreas que se encuentran saturadas por aguas superficiales o subterráneas con una frecuencia y duración tales, que sean suficientes para mantener condiciones saturadas. Suelen tener aguas con profundidades inferiores a 60 cm con plantas emergentes como espadañas, carrizos y juncos (Véase [Figura 1](#)). La vegetación proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la filtración y la adsorción de los constituyentes del agua residual, permite la transferencia de oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de luz solar.

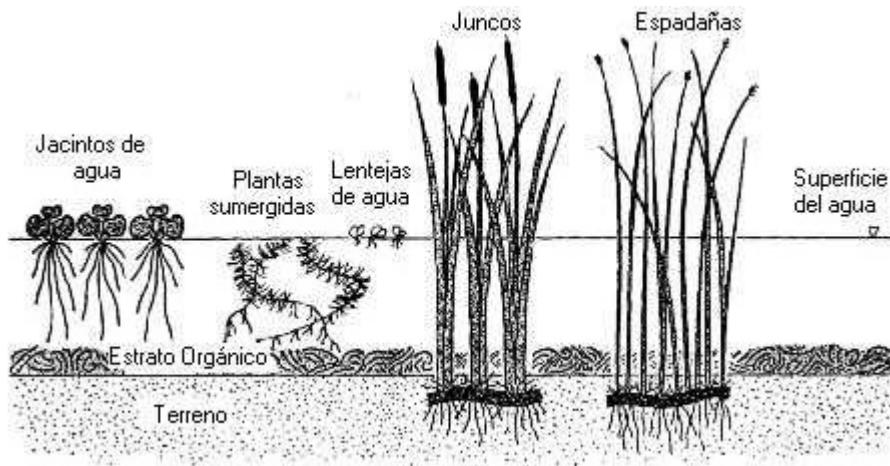


Figura 1 - Plantas acuáticas comunes

Los humedales tienen tres funciones básicas que los hacen tener un atractivo potencial para el tratamiento de aguas residuales, son estas:

- Fijar físicamente los contaminantes en la superficie del suelo y la materia orgánica.
- Utilizar y transformar los elementos por intermedio de los microorganismos.
- Lograr niveles de tratamiento consistentes con un bajo consumo de energía y bajo mantenimiento.

Existen dos tipos de sistemas de humedales artificiales desarrollados para el tratamiento de agua residual (Véase [Figura 2](#)): Sistemas a Flujo Libre (FWS) y Sistemas de Flujo Subsuperficial (SFS). En los casos en que se emplean para proporcionar tratamiento secundario o avanzado, los sistemas FWS suelen consistir en balsas o canales paralelos con la superficie del agua expuesta a la atmósfera y el fondo constituido por suelo relativamente impermeable o con una barrera subsuperficial, vegetación emergente, y niveles de agua poco profundos (0.1 a 0.6 m).

A los sistemas FWS normalmente se les aplica agua residual pretratada en forma continua y el tratamiento se produce durante la circulación del agua a través de los tallos y raíces de la vegetación emergente. Los sistemas de flujo libre también se pueden diseñar con el objetivo de crear nuevos hábitats para la fauna y flora o para mejorar las condiciones de humedales naturales próximos. Esta clase de sistemas suele incluir combinaciones de espacios abiertos y zonas vegetadas e islotes con la vegetación adecuada para proporcionar hábitats de cría para aves acuáticas. Los sistemas de flujo subsuperficial se diseñan con el objeto de proporcionar tratamiento secundario o avanzado y consisten en canales o zanjas excavados y rellenos de material granular, generalmente grava en donde el nivel de agua se mantiene por debajo de la superficie de grava las mismas especies vegetales se usan en los dos tipos de humedales artificiales.

Tratamiento por Lagunas

El término laguna indica un sistema de retención de aguas, de construcción humana, con cualquier propósito; el propósito suele estar indicado por el término a continuación de laguna. Se encuentran lagunas para regadío, para alimentación de centrales hidroeléctricas, de tratamiento de aguas servidas y muchas otras.

Las Lagunas de Tratamiento de Aguas Servidas, algunas veces llamadas de estabilización, tienen como propósito explícito conseguir que las aguas acumuladas en ellas lleguen a cumplir un conjunto de parámetros cuantitativos, fijados por ley, que permitan su descarga al ambiente receptor sin ocasionar problemas ambientales ulteriores. Los parámetros suelen estar relacionados con el potencial de riesgo a la salud pública, la cantidad de orgánicos disueltos, los sólidos suspendidos, las materias grasas, el contenido de nitrógeno orgánico, el contenido de fosfatos, la ausencia de olor y la ausencia de color. Cada nación del mundo regula, soberanamente, los parámetros aplicables, usualmente por sistema receptor y/o por región de aplicación de la regulación (por ejemplo en la regulación por ríos y en la regulación por cuencas).

Tipos de Lagunas

Las posibles variaciones en lagunas de tratamiento de aguas servidas se pueden clasificar de distintas maneras, pero una de las más habituales las clasifica según la participación del oxígeno disuelto en el sistema:

Lagunas Aerobias: una laguna en que se espera (por diseño) que exista oxígeno disuelto en **todo** el sistema se clasifica como laguna aerobia;

Son tanques poco profundos utilizados para el tratamiento del agua residual. Debido a las limitaciones del diseño, este tipo de lagunas son empleadas, normalmente, para remover materia orgánica seguida de un tratamiento convencional.

La principal fuente de oxígeno proviene de la fotosíntesis de las algas y es, por lo tanto, el factor limitante en el diseño de las lagunas aerobias.

Lagunas Anaerobias: si el oxígeno está ausente en **toda** la laguna se clasifica como laguna anaerobia.

En una laguna anaerobia que trabaja correctamente ocurren dos fases en las cuales actúan dos grupos diferentes de bacterias:

1ª. Fase: Bacterias acidófilas.- generan ácidos orgánicos volátiles, bióxido de carbono y agua a partir de la materia orgánica.

2ª. Fase: Bacterias metanógenas.- Convierten los ácidos orgánicos volátiles a metano, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico y otros gases.

El sistema puede ser afectado por pequeñas variaciones del Ph, temperatura y carga orgánica; además este sistema requiere de una laguna facultativa o aerobia para recibir su efluente, ya que presenta alto contenido de nitrógeno amoniacal y sólidos suspendidos.

Lagunas Facultativas: si el oxígeno disuelto participa sólo en algunas partes de la laguna (por ejemplo en el sector superior) pero existen regiones sin oxígeno (por ejemplo en el fondo) se le clasifica como facultativa.

Los términos aerobia, anaerobia y facultativa se han tomado de la clasificación microbiológica de los microorganismos participantes. La clasificación de microorganismos se basa en diversos conceptos, uno de ellos el mecanismo respiratorio; las bacterias que respiran oxígeno se llaman aerobias; las que respiran mediante mecanismos de óxido reducción sin participación de oxígeno gaseoso son las anaerobias mientras que aquellas que se adaptan a uno u otro mecanismo respiratorio son las bacterias facultativas.

Las lagunas pueden también clasificarse según el mecanismo que aporta oxígeno, si es que el oxígeno es necesario. Se encuentran así:

a) las lagunas aireadas (se aporta aire mediante equipos mecánicos o neumáticos para la transferencia de oxígeno);

b) las de agitación superficial (la agitación promueve el contacto del agua con la atmósfera y transfiere así el oxígeno del aire) y

c) las no aireadas o estáticas (que usualmente se basan en el aporte diurno de oxígeno desde fotosintetizadores, como algas por ejemplo).

Similarmente, se pueden clasificar según el grado de mezcla forzada en el sistema; en tal caso se encuentran

lagunas de mezcla completa (cualquier volumen de líquido, en cualquier parte de la laguna, tiene la misma composición que cualquier otro) o

de mezcla parcial en que se admite una cierta estratificación de sólidos pero se busca asegurar que la potencia consumida consiga aportar estrictamente en oxígeno necesario para la reacción aerobia en todo el volumen de reacción

además, existen las lagunas estáticas. suelen llamarse de estabilización, en que no se promueve el mezclado).

Cada tipo de laguna ha sido clasificada y estudiada en busca de metodologías de diseño que permitan su adecuada selección técnica y económica y que su explotación resulte factible. Es tal vez evidente que se recurre a sistemas de tratamiento en lagunas porque ofrecen un tratamiento de más bajo costo de explotación que los sistemas de reacción más rápidos (basados, generalmente, en tecnologías de muy alta densidad celular o lodos activos). En cuanto al costo de inversión, por otra parte, se debe comparar el valor del terreno y de las obras de lagunaje (movimiento de tierras e impermeabilización) con el de obras civiles y equipos (el terreno ocupado por tecnologías rápidas es prácticamente despreciable por comparación). Que la oferta de menor costo sea realidad frente a la consecución de los mismos valores de parámetros comparables es, precisamente, el punto crítico de un buen diseño.

Las **lagunas aerobias estáticas** se basan en el aporte de oxígeno a partir del crecimiento de fotosintetizadores y permiten obtener efluentes de baja DBO soluble pero de alto contenido de algas, las que debieran ser cosechadas a fin de controlar los cuerpos receptores. La profundidad debe ser tal que no se alcancen a producir regiones sin

oxígeno, sobre todo teniendo presente que la turbiedad impide el paso de la luz solar; se suelen encontrar profundidades de **30 a 45 centímetros** y **tiempos de retención** hidráulicos teóricos (es decir, volumen de la laguna dividido por caudal medio tratado) de **10 a 40 días** de modo que el terreno requerido para esta tecnología puede ser intolerablemente grande. La tasa de carga de este tipo de lagunas cae en el rango de **85 a 170 Kg. de DBO₅ por hectárea y por día**.

Las **lagunas anaerobias** se utilizan para tratar caudales con alta carga de orgánicos, usualmente **de origen industrial**. Esta tecnología no se aplica a tratamiento de aguas servidas de alcantarillado porque los olores producidos resultarían ambientalmente más inaceptables que la propia descarga cruda. Sin embargo, las lagunas de tratamiento malamente diseñadas para ser facultativas (bajo tiempo de residencia; descuido en el patrón de flujo; exceso de profundidad; etc.) se convierten en anaerobias por la sedimentación de la carga entrante. En todo caso, las lagunas anaerobias suelen recibir cargas de **160 a 800 Kg. de DBO₅ por cada 1.000 m³ por día**, y operan a un **tiempo de residencia** hidráulico teórico de **20 a 50 días**. La profundidad puede ser entre **2,5 y 7 metros**.

Las **lagunas facultativas** han sido la alternativa más común para tratar aguas servidas de alcantarillado urbano y, si el diseño es correcto, operan adecuadamente para el abatimiento de orgánicos, con una DBO₅ de salida de 30 a 40 mg/l. La carga aceptable para estas lagunas cae entre **20 y 60 Kg. DBO₅ por hectárea y por día**; el **tiempo de residencia** hidráulico teórico cae en el rango de **25 a 180 días** (para abatir coliformes fecales se diseña para, al menos, 180 días) y la **profundidad** de operación debe estar entre **1,2 a 2,5 metros** (de otro modo se transforma en laguna anaerobia; por otra parte, se debe garantizar que el fluido utiliza todo el volumen de la laguna, evitando corto circuitos y regiones muertas).

Las lagunas aireadas, con diversos esquemas de aporte de aire, se fueron implementando a medida que la **carga** a las lagunas facultativas crecía a más de **60 Kg. DBO₅/hectárea/día**. Como la operación anaerobia de lagunas no resulta aceptable, si la carga aumenta se debe disponer de más terreno. Si tal inversión no es factible, resulta oportuno no descansar sobre la generación de oxígeno disuelto por algas sino que utilizar **equipos de aireación** que aporten específicamente el oxígeno necesario para la carga admitida. Esta variante de diseño se puede utilizar con tasas de carga en un amplio rango: desde **8 hasta 320 Kg. DBO₅ por cada 1.000 m³ por día**, operando entre **7 a 20 días de tiempos de retención** hidráulico teórico y desde **2 hasta 6 metros de profundidad**. Naturalmente, la reducción del TRHT implica que los coliformes fecales no decaerán a los valores especificados por las normas, sino que se deberá agregar sistemas de desinfección explícitos. El aumento de profundidad permite reducir los requerimientos de terreno hasta por debajo de la mitad del necesario para lagunas facultativas; los breves tiempos de retención, a su vez, permiten reducir los requerimientos de volumen a un décimo del anterior (particularidad relacionada con la mezcla forzada más que con el aporte de oxígeno propiamente).

Los sistemas de remoción de orgánicos por lagunas aireadas, con algún grado de mezcla (es decir, de mezcla completa o de mezcla parcial) se suelen operar en sistemas en serie (varias sub-lagunas componen el sistema completo) porque aumenta así la eficiencia.

Diversos estudios han logrado establecer fehacientemente que un sólo sistema (una sola laguna) produce niveles de tratamiento por unidad de volumen menores que varias lagunas en serie y se ha verificado, empíricamente, que 4 lagunas en serie producen un óptimo balance de operación e inversión versus costos de Tratamiento global.

A fin de seleccionar lagunas de mezcla completa o de mezcla parcial, es necesario diseñar y evaluar ambas alternativas. Naturalmente, se sabe que la decisión descansa sobre los distintos requerimientos de terreno y movimiento de tierras de cada alternativa (mezcla completa requiere menos terreno) comparado con los distintos costos de equipos y de operación de cada alternativa (mezcla completa tiene mayores costos de equipos y de operación). El objetivo explícito de este diseño conceptual será estimar, con una imprecisión de un 20%, cuanto terreno y que costos de equipos y de operación tiene cada alternativa.

El diseño conceptual básico del Tratamiento de cargas orgánicas entrantes en una operación determinada debe permitir discriminar elementos de diseño entre los que se contempla:

- alimentación gravitacional o por bombeo desde la entrega (un colector en el caso de aguas servidas asociadas a una ciudad)

- tratamiento primario, típicamente, mediante una reja de retención de materiales gruesos o eventual necesidad de sedimentación

- necesidad de un sistema monitor de caudal

- un Sistema de Tratamiento Biológico en base a lagunas aireadas de algún tipo a definir (es decir, régimen de mezcla parcial o completo)

- necesidad de un Sedimentador, sea para remoción o para recirculación de biosólidos

- si se trata de aguas servidas, se debe evaluar la necesidad de un sistema de desinfección a determinar (cloro, UV, Ozono, etc.)

- elementos eventuales de bombeo, a definir posteriormente.

- un filtro prensa para desaguado de biosólidos, previo a disposición final

Tratamiento Primario

El sistema primario (rejas y/o sedimentador) es necesario particularmente en el caso de aguas servidas, porque los sistemas de alcantarillado suelen recibir materiales desechados, de gran tamaño y que, de no ser detenidos oportunamente, podrían impedir la correcta operación de los sistemas aguas abajo. Las rejas se diseñan de acuerdo a parámetros que definen su área según el caudal recibido, mediante parámetros y correlaciones eminentemente empíricos. Naturalmente, en el caso de cargas industriales

el problema será similar si las conducciones son a canal abierto y serán menores si la carga llega a tubo cerrado.

Medición del Caudal de Carga

El monitoreo de caudal se suele basar en una canaleta de flujo crítico, donde la altura del resalto hidráulico permite obtener el caudal de aguas servidas (Parshall, Pálmer Bowlus, descarga en V u otros artefactos simples), asociado a un sistema de medición de altura del agua en la canaleta (probablemente ultrasonido o visual por operador). Se debe notar que no suele ser necesario instalar sistemas de sedimentación de las aguas de entrada a la Planta.

Tratamiento Biológico

Posterior a las rejillas y el monitoreo de caudal, la carga orgánica (por ejemplo, aguas servidas) se conducirá a la Laguna de Tratamiento, objeto de esta discusión, donde permanecerán (en flujo) durante el tiempo de residencia que resulte de cada diseño a evaluar.

Remoción de Biosólidos

Las aguas tratadas saldrán de la laguna con un bajo contenido de orgánicos disueltos pero arrastrarán las células que se han desarrollado a partir de los orgánicos de la carga. Estas células se manejan en forma de sólidos suspendidos, de allí se hace una adecuada definición de biosólidos, y que deben ser retirados mediante un sistema de separación adecuado, que suele ser efectuado por sedimentación (simple o asistida). El sedimentador se diseña con metodologías físico químicas que no forman parte de esta discusión. Cabe, sin embargo, destacar que el material sólido separado (compuesto por el material celular, o biosólidos, que creció en la laguna más los sólidos no orgánicos que pudiesen haber entrado a la laguna desde la entrada) conformará los lodos producidos por el tratamiento, los que deberán ser dispuestos mediante algún mecanismo y reciclados total o parcialmente. El efluente líquido de la etapa de separación de lodos, en cambio, cumplirá con las normas de contenido de orgánicos (DBO_5) y de sólidos suspendidos.

Desinfección

En el caso del tratamiento de aguas servidas, las normas sobre coliformes fecales no se cumplirán sin una operación de desinfección adecuada. El líquido efluente del separador de lodos, entonces, debe ser conducido a un sistema de desinfección que permita descargar agua tratada con menos de 1.000 UFC de coliformes fecales/100 mL (o cualquiera que sea la norma aplicable).

Disposición Final de Sólidos

Si se deben eliminar lodos, suele ser útil desaguarlos previo al tratamiento subsecuente o despacho a disposición final. El despacho a disposición está sujeto, en todo caso, a

reglamentos que deben ser tenidos en cuenta pues el sitio receptor podría estar a una distancia tal que desajuste la factibilidad económica.