

do. Por lo
tadas
aproxim

Miraflores
Medellin

olicada a la
Universidad

1987

LIBRARY
INTERNATIONAL REFERENCE CENTER
COMMUNITY WATER SUPPLY AND
SANITATION (IRC)

Esta copia ha sido proporcionada por el
CEPIS para fines de investigación y estudio

8 2 7

C O U R 8 8

SANEAMIENTO BASICO RURAL EN URABA

Juan Paniagua G.
Servicio Seccional de Antioquia
Regional de Urabá
Sección Saneamiento Ambiental

RESUMEN

El programa de saneamiento básico rural en Urabá comprende esencialmente el SUMINISTRO DE AGUAS y la adecuada DISPOSICION DE EXCRETAS. La eliminación de los desechos sólidos no constituye un problema sanitario de primer orden en las comunidades rurales de la región, ya que aún no están afectados por la sociedad de consumo, dadas las precarias condiciones económicas en que se desenvuelven. Igualmente sucede con la contaminación atmosférica, pues no existen fuentes causantes establecidas.

Observando estas condiciones, el equipo de Saneamiento Ambiental de la Regional de Urabá del S.S.S.A. se planteó algunos interrogantes como por ejemplo: qué tratamiento se daría a los problemas, de dónde se sacarían los dineros para hacer prototipos, cómo se analizarían los resultados, etc.

Sin embargo, fue obligatorio esperar que surgieran necesidades de este tipo a nivel de las diferentes dependencias de la Regional en la zona, y fue así como se planteó la necesidad de dar solución a un problema de aguas en cuanto a calidad se refería en la Escuela de Auxiliares de Enfermería, cuando se consultó con Saneamiento Ambiental de la Regional.

En este artículo se presentan en la primera parte, el suministro de aguas, describiendo solamente lo referente al sistema simplificado de tratamiento de agua, y en la segunda parte, la disposición de excretas.

827-5201

En Revista AINSA 8(1). Enero/Jun. 1988

RIMERA PARTE: SUMINISTRO DE AGUAS

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA SIMPLIFICADO DE TRATAMIENTO DE AGUA

Cuando se planteó la necesidad de dar solución al problema de aguas en cuanto a suministro y potabilización en Apartadó (Antioquia), la única alternativa viable para el tratamiento de agua, fue la construcción de un filtro dentro del mismo recipiente de almacenamiento (dos tanques de 1000 litros), ocupando el filtro aproximadamente la mitad de un tanque, y quedando así medio tanque, más el restante como almacenamiento.

Es de anotar que las características organolépticas del afluente (color, olor, sabor) cambiaron sustancialmente al ser comparadas con las del efluente, pues éste presentaba un aspecto agradable (cristalino, sin olor ni sabor), en ningún caso se hicieron análisis de laboratorio, sin embargo las enfermeras que allí laboraban manifestaron que a partir de la instalación de este sistema desaparecieron además de lo anterior, las molestias de piel como prurito a nivel inguinal y axilar. Por esta razón el S.S.S.A. se fue interesando más en el tema, y con base en la teoría existente se fueron entonces desarrollando más sistemas de filtración con muy buenos resultados; fue así como se empezaron a instalar estos sistemas a nivel de fincas y viviendas, solucionando el problema de la calidad del agua.

Sin embargo estos sistemas anteriormente enunciados fueron transitorios, pues la materia orgánica que alcanza a penetrar las capas de arena, al cabo de unos seis meses a pesar de retirar las capas superiores en su mantenimiento, se descompone, originando con esto un efluente de mala calidad lo que llevó al S.S.S.A. a recomendar que los lechos filtrantes fueran cambiados totalmente cuando llevaran un récord de trabajo de unos 4 a 5 meses. Esta operación era viable, pues los sistemas instalados eran por lo general en pequeños tanques elevados o en tanques de Eternit, lo que indujo a pensar que este filtro como tal no serviría para dar solución a comunidades más grandes (sistemas colectivos) pues sería muy laborioso su mantenimiento; es por ello que se pensó en construir el sistema de filtración independiente y la forma de retrolavarlo con agua filtrada, evitando de esta forma el desperdicio continuo de material filtrante.

Dadas las características de las aguas en el eje central Chigorodó - Turbo, por lo general proveniente de pozos perforados con un alto contenido de hierro, mal olor y mal sabor, se le incorporó a la filtración un sistema de aireación, para lo cual se diseñaron bandejas en lámina galvanizada, con unos diámetros y perforaciones según el caso, para de esta forma ayudar en la oxidación del ión ferroso a férrico, el cual precipita y es retirado más fácil por el filtro (Ver Figuras 1 y 2).

En este orden de ideas se desarrollaron dos sistemas: para tanques elevados aproximadamente hasta 100 familias con tanques de almacenamiento de 50 metros cúbicos, se utiliza un sistema de aireación-filtración encima del tanque de almacenamiento y se utiliza la misma bomba que impulsa el agua al tanque haciendo by pass en la succión y la impulsión para retrolavar el filtro.



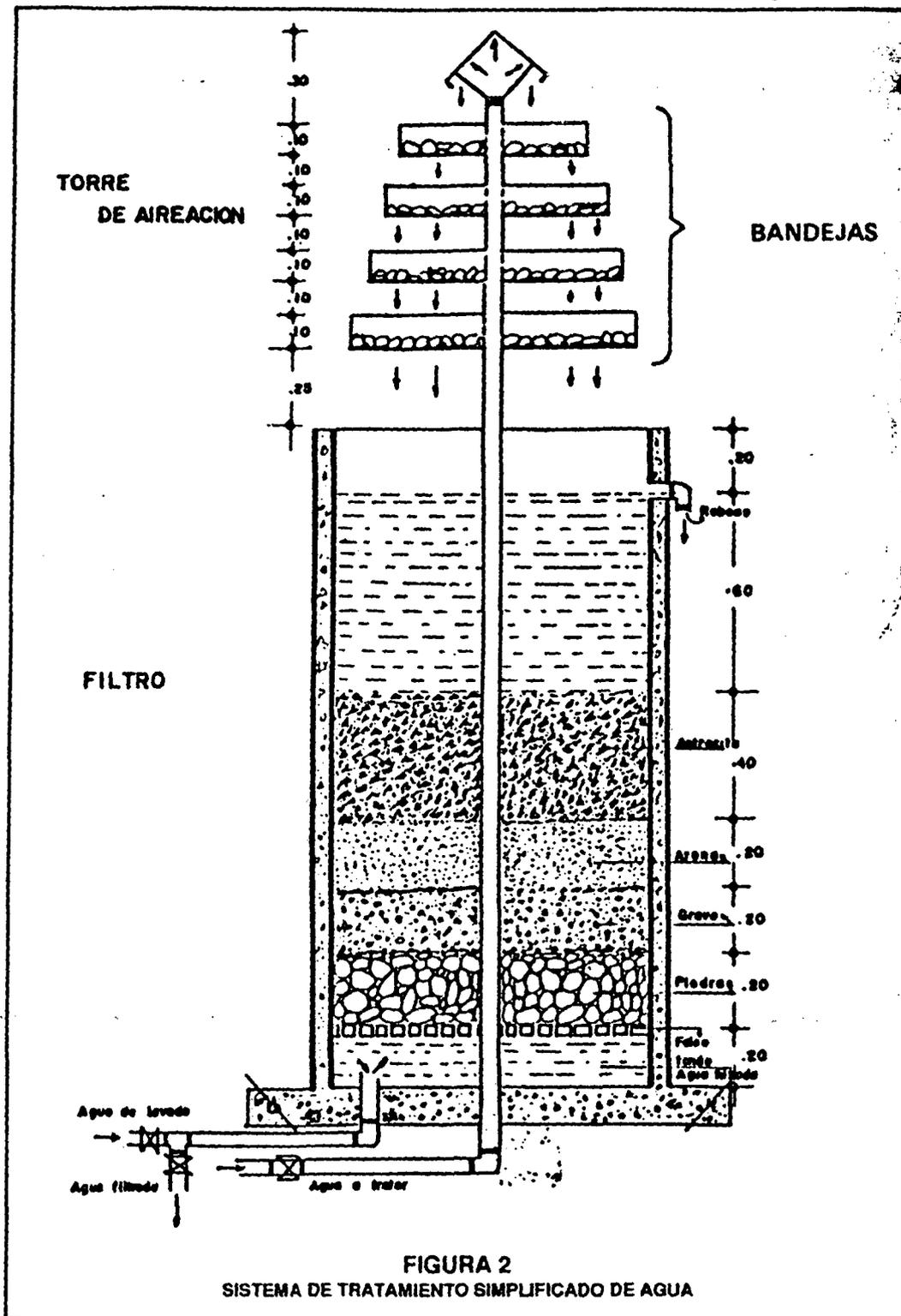


FIGURA 2
SISTEMA DE TRATAMIENTO SIMPLIFICADO DE AGUA

Cuando
ciudad
tipo er
tanto s
caso s
filtraci
retrole
que su
anotar
contar
da utili
to utili
químico
che qu
evitar
perdic
Todo
energí
se uti
operac

Cuando
dureza
ministr
agrega
Mezcl
en la t
de per
3-1, a
crea e
Lenta
grava
precip
nésica
ciones
jan c
tació
tasa u
to o si

Todo
en ma
nas
econ.

A cor
diseñ
confo

AS

Cuando son más familias o en las ciudades, se recomienda por razones de tipo económico, tener almacenamiento tanto superficial como elevado, en este caso se incorpora el sistema aireación-filtración al tanque superficial y se retrolava utilizando la cabeza disponible que suministra el tanque elevado. Es de anotar, que por seguridad, para evitar contaminaciones en la red, se recomienda utilizar cloración en el almacenamiento utilizando bombas dosificadoras de químicos, que se deben conectar al switch que prende y apaga la bomba para evitar sobrecloración y por ende, desperdicio del mismo (Ver figuras adjuntas). Todo esto se recomienda donde exista energía eléctrica, por el contrario, cuando se utilicen equipos de combustible, la operación deberá ser manual.

Cuando se requiere un efluente libre de dureza, donde además de cloro se le suministra alumbre y/o cal, es aconsejable agregarle al filtro los demás sistemas: Mezcla Rápida, para esto se le agrega en la última bandeja de aireación, en vez de perforaciones, un embudo en relación 3-1, aprovechando la turbulencia que se crea al pasar el agua por éste. Mezcla Lenta, se hace por contacto utilizando grava de 1" a 2", con el fin de facilitar la precipitación de la dureza cálcica o magnésica del agua, evitando así incrustaciones en tuberías y equipos que trabajan con altas temperaturas. Sedimentación, mediante sedimentador de alta tasa utilizando placas de asbesto-cemento o similar.

Todo lo que son tanque y filtro, se hacen en mampostería reforzada (vigas, columnas y mampostería) pues resulta más económico y fácil de construir.

A continuación se dan los parámetros de diseño de cada uno de los elementos que conforman el sistema, así como calidad

de material y diámetros de tubería, perforaciones, cantidades de obra y sus respectivos presupuestos.

2. DISEÑO SIMPLIFICADO AIREACION-FILTRACION PARA EL MUNICIPIO DE CAREPA (Antioquia)

Número de viviendas: 1200
Número de habitantes
por vivienda: 7
Población: $1200 \times 7 = 8400$ habitantes
 $PF = P(1+r)^n = \text{Población Final}$
 $PF = 8400(1+0,03)^{20}$
 $PF = 15.171$ habitantes
Dotación = $Q = 100$ litros x habitante
x día
 $Q = 100$ litros x día x 15.171 habitantes
 $Q = 1.517.100$ litros x día
 $Q.M.D. = 21,2$ litros x segundo =
 $1.831.680$ litros x día = $1831,68 \text{ m}^3/\text{día}$.

AREA DEL FILTRO

Tasa de aplicación: $126 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$
Area = $1831,68/126 = 14,53 \text{ m}^2$

Si se construyen dos unidades, el área de cada una será de $7,26 \text{ m}^2$. Si se utilizan dos unidades cada una con $2,70 \text{ m}$ de lado, se tiene un área total de $14,58 \text{ m}^2$.

FALSO FONDO

Para un área superficial de $7,29 \text{ m}^2$, utilizar $0,50 \text{ m}$ de altura en el falso fondo según Tabla 8-17 pág. 399 de los procesos de clarificación del agua (Teoría diseño y control Cepis).

LECHOS DE SOPORTE

Sirven para sostener los lechos filtrantes durante la operación de filtrado, para evitar que estos se escapen por el falso

fondo y distribuir uniformemente el agua de lavado. Utilizar los siguientes tamaños de grava para soporte:

Fondo	15 cm	tamaño: 1 a 2"
Primera capa	7,5 cm	tamaño: 1/2 a 1"
Segunda capa	7,5 cm	tamaño: 1/4 a 1/2"
Tercera capa	7,5 cm	tamaño: 1/8 a 1/4"
Gravilla	7,5 cm	tamaño: 1/12 a 1/8"

De donde los lechos de soporte tendrán un espesor de 45 cm.

LECHOS FILTRANTES

Se construirá un lecho mixto de arena y antracita con las siguientes características:

ARENA: Compuesta de material silíceo con una dureza de 7,0 en la escala de Moh y un peso específico no menor de 2,60, limpia, sin barro ni materia orgánica, y no más del 1% podrá ser material laminar o micáceo, la solubilidad en HCl al 40% durante 24 horas tiene que ser menor del 5%. Debe utilizarse además, arena con un C.U. = 1,60 (Coeficiente de Uniformidad) y un tamaño efectivo E = 0,50. La profundidad será igual a 22 cm.

ANTRACITA: Debe tener una dureza de 3,0 en la escala de Moh, un peso específico no menor de 1,55, el contenido de carbón libre no debe ser menor del 85% del peso, la solubilidad en HCl al 40% durante 24 horas debe ser despreciable. Debe tener un tamaño efectivo E = 1,2. La profundidad debe ser igual a 52 cm.

AGUA DE LAVADO: La capacidad del tanque de lavado debe estar en función del número n de filtros y debe ser suficiente para lavar una unidad por período de 8 minutos a la máxima rata especificada, en este caso $1,0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{minuto}$.

$$V_c = A (T_e \times q_a \sqrt[3]{n})$$

donde:

A = Area filtro

T_e = Tiempo lavado ascensional

q_a = Rata de flujo de lavado

$$V_c = 7,29 \text{ m}^2 (8 \text{ minutos} \times 1 \frac{\text{m}^3 \sqrt[3]{2}}{\text{m}^2 \times \text{min}})$$

$$V_o = 73,5 \text{ m}^3 \text{ (necesario).}$$

Se utiliza para el lavado, el tanque elevado existente que tiene un $V = 250 \text{ m}^3$.

RECOLECCION DEL AGUA DE LAVADO:

$$\text{Area} = 2,70 \times 2,70 = 7,29 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad de lavado} = 0,7 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$\text{Gasto de lavado} = 0,7 \text{ m}^3/\text{min} \times 7,29 \text{ m}^2 = 5,1 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{Factor de seguridad} = 30\%$$

$$\text{Gasto lavado } Q = 5,1 \times 1,30 =$$

$$6,63 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 0,825 W (h_o)^{3/2}; \text{ si } h_o = 40 \text{ cm,}$$

$$W = (6,63/0,825 \times 40^{3/2}) = 31,7 \text{ cm}$$

$$\text{Use } W = 31 \text{ cm}$$

LECHO FILTRANTE: Altura de la canaleta sobre la arena si se quiere expandir el lecho un 50%.

$$\text{Espesor lecho} = 74 \text{ cm}$$

$$\text{Para expansión del 50\%, entonces, } 74 \times 0,50 = 37 \text{ cm}$$

Altura total = $37 + 40 = 77 \text{ cm}$ desde la superficie del lecho hasta el borde de la canaleta, está la altura mínima que se debe tener desde la superficie del lecho al borde de la canaleta.

TANQUE SUPERFICIAL:

Torre de Aireación: consta de seis bandejas perforadas para hacer pasar el agua cruda a través de ellas, haciendo

un recorrido aproximado de 2 m, con el objeto que el oxígeno del aire ayude a oxidar el hierro presente en el agua natural y sea retenido más fácilmente en el filtro.

Es de anotar, que debido al alto costo del material en el comercio para las gravas, arena y antracita industriales, tanto los lechos de soporte como los lechos filtrantes, se consiguen en la misma zona (gravilla y arena de río). Para los primeros se utilizan tres sarandas de diferentes diámetros los cuales dan cuatro tamaños (tres que retienen) y un último que pasa teniendo en cuenta que el que pasa en la primera saranda, parte sea retenida en la segunda y deja pasar otra parte, y así sucesivamente, luego se agrupan de mayor a menor, con un espesor de 10 cm aproximadamente cada capa. Para el lecho filtrante, se está utilizando arena gruesa de río, lavada, la cual se debe retrolavar varias veces para extraerle la materia orgánica y el lodo, con un espesor aproximado de 50 cm. En el falso fondo se utilizan vigas prefabricadas en concreto de 0,07 x 0,07 de espesor, con cuatro varillas 3/8" y estribos cada 0,20 m para luces hasta 2,08 m. Con luces de 2,40 m en adelante, es preferible utilizar también 0,1 x 0,1 de espesor con cuatro varillas 1/2" y estribo cada 0,20. Se ha utilizado como falso fondo canastas de cerveza o, gaseosa colocadas en forma invertida, teniendo en cuenta que cuando se utilice este sistema se debe colocar una capa de piedra de tal forma que la grava no se cuele entre las canastas.

La torre de aireación será en lámina galvanizada calibre #14, con perforaciones 3/8", cada 2 cm; esta torre consta de bandejas de diámetro de abajo hacia arriba así: 1,2; 1,1; 1,0; 0,9; 0,8; 0,7. Además cada bandeja es independiente. La tubería que soporta la torre será de

HG y es la prolongación de la línea de impulsión, quien a su vez queda empujada en la losa que sirve de fondo al filtro; el diámetro del desagüe para evacuar el lavado, y el diámetro de la tubería que va del filtro al almacenamiento, será como mínimo 1,7 veces el área equivalente de la tubería que alimenta el sistema. Se dejarán 5 cm entre bandejas, con el fin de evitar que el viento saque el agua de las mismas (Ver figura de Sistemas Simplificados de Tratamiento de Aguas-Aireación Filtración).

SEDIMENTADOR

Para $Q = 5 \text{ Vs}$

Se adapta una tasa de aplicación entre 180-240 $\text{m}^3 \text{ m}^2/\text{día}$

Use $\text{tds} = 200 \text{ m}^3 \text{ m}^2/\text{día}$

$$\therefore A = \frac{Q \text{ Diseño}}{\text{tds}} = \frac{432 \text{ m}^3/\text{día}}{200 \text{ m}^3} = 2,16 \text{ m}^2$$

Use $L_1 = 1,8 \text{ m}$ para un área de 2,16 m^2 y $L_2 = 1,8 \text{ m}$

$$L = \frac{1}{c} = 20 \text{ para placas de } 1,20 \times 1,20$$

$$= L \cdot 1,20 \text{ y } 1 = 0,06 \text{ m}$$

V_o = Velocidad promedio del flujo

$$V_o = \frac{Q}{A} = \frac{432 \text{ m}^3/\text{día}}{2,16 \text{ m}^2} = \frac{0,005 \text{ m}^3}{2,16 \text{ m}^2 \text{ s}}$$

$$= 0,0023 \text{ m/s} = 0,23 \text{ cm/s}$$

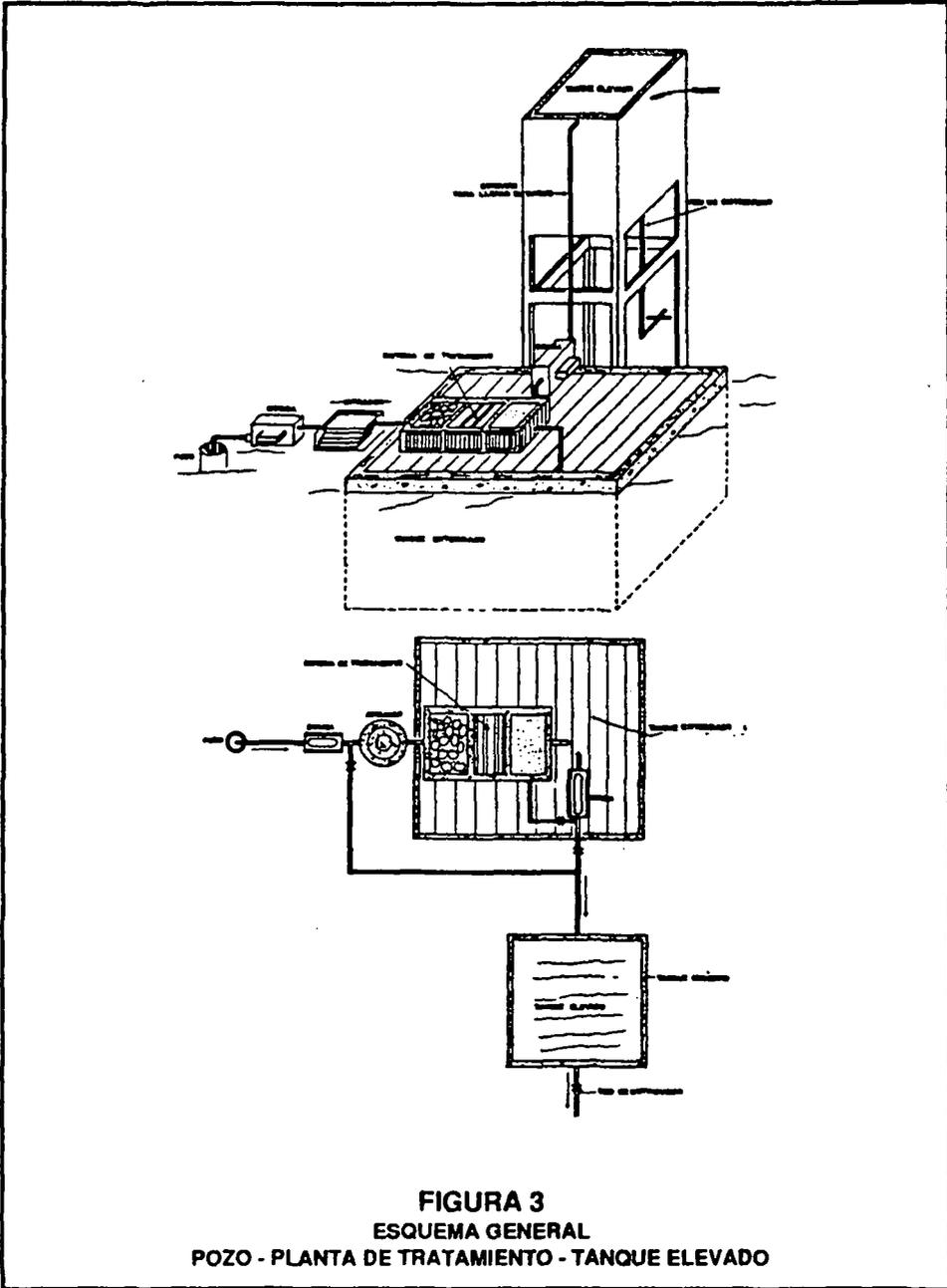
$$V_{sc} = \frac{sc V_o}{\text{Sen}\theta - L\text{cos}\theta} = \frac{0,23}{0,866 - 0,5}$$

$$= \frac{0,23}{1,366} = 0,17 \text{ cm/s}$$

Debe cumplir que $NR < 250$

$$NR = \frac{V_o C}{U} = \frac{0,23 \times 6}{0,01089} = 126$$

$NR < 250$ garantiza flujo laminar.



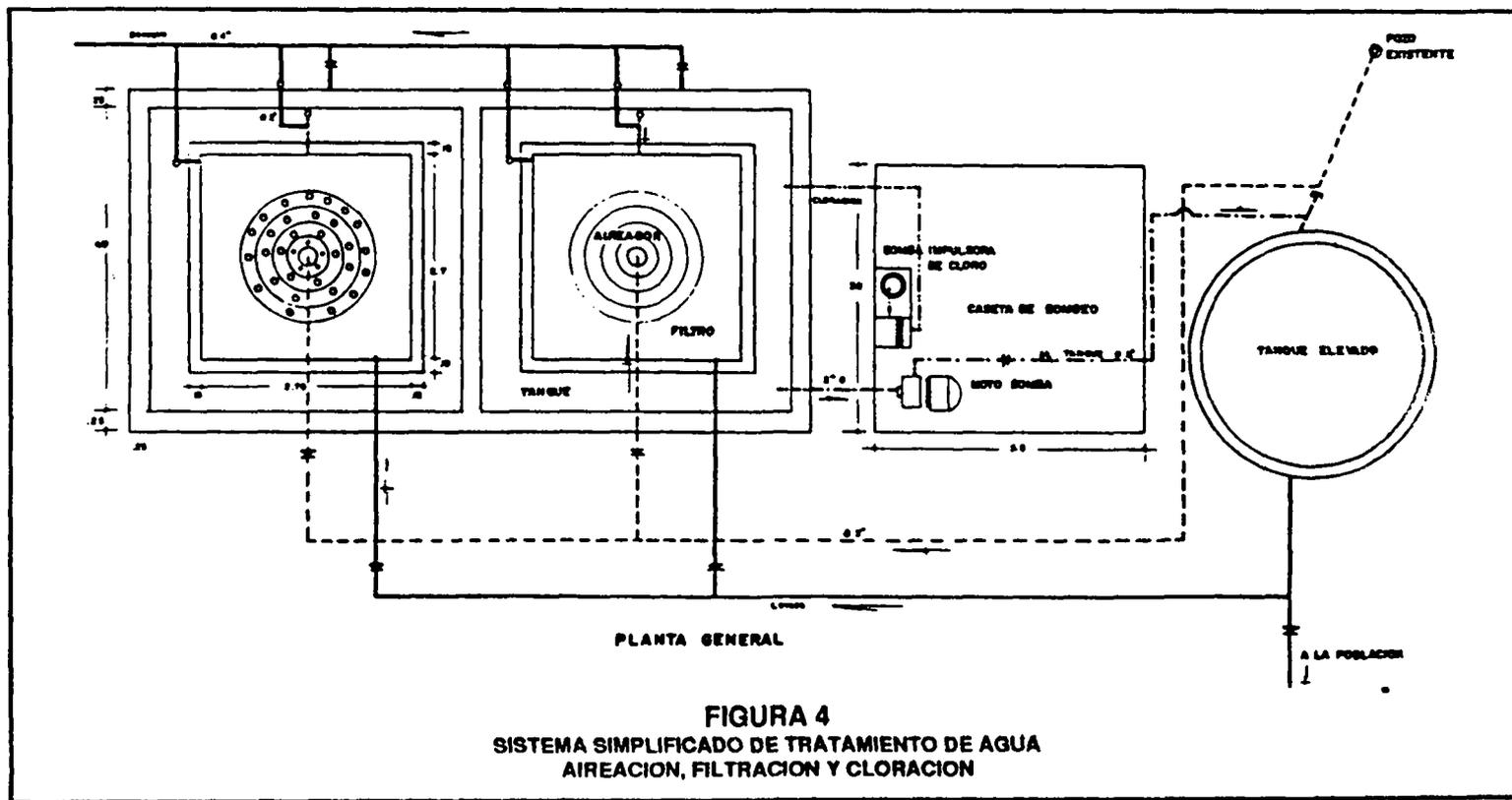
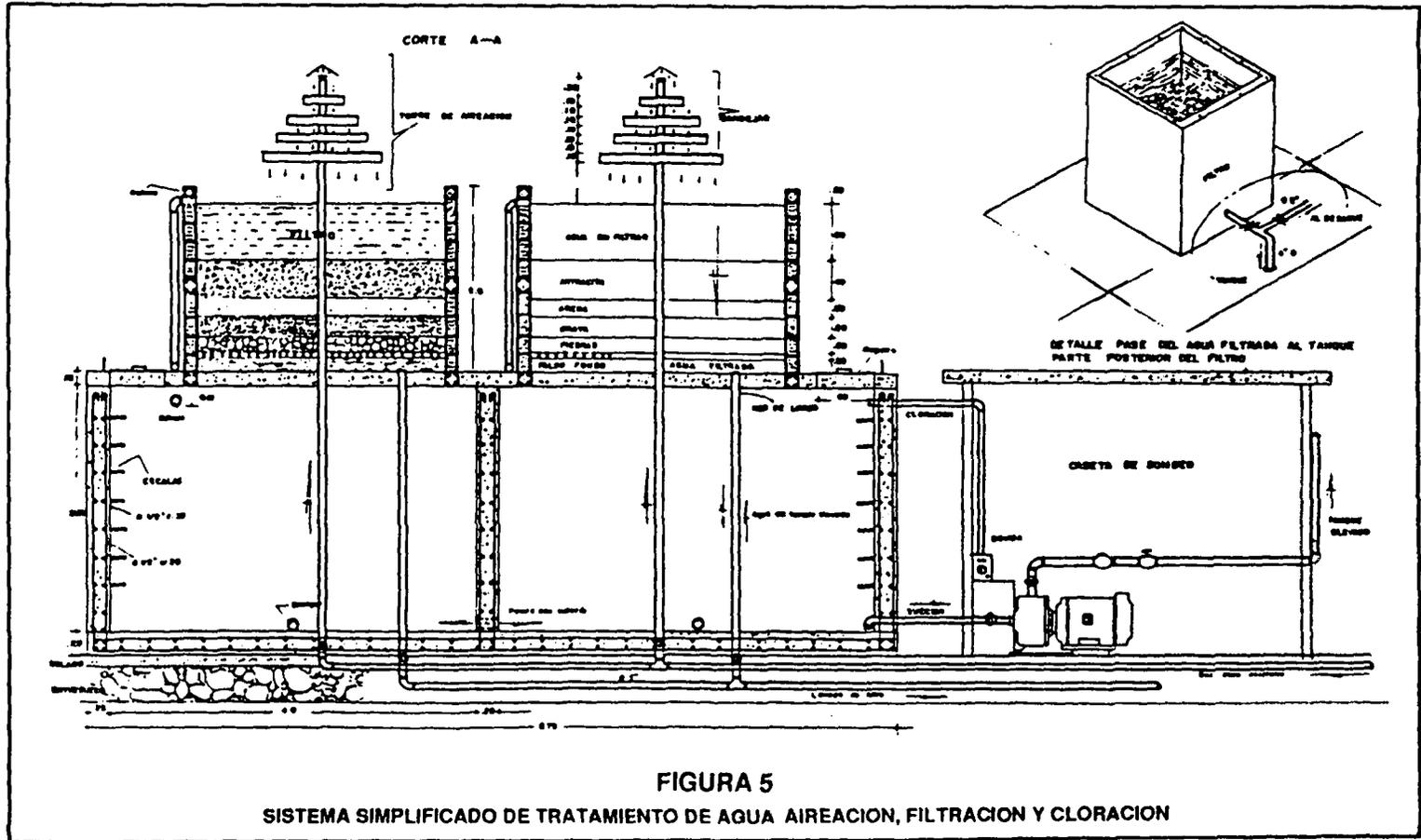


FIGURA 4
SISTEMA SIMPLIFICADO DE TRATAMIENTO DE AGUA
AIREACION, FILTRACION Y CLORACION



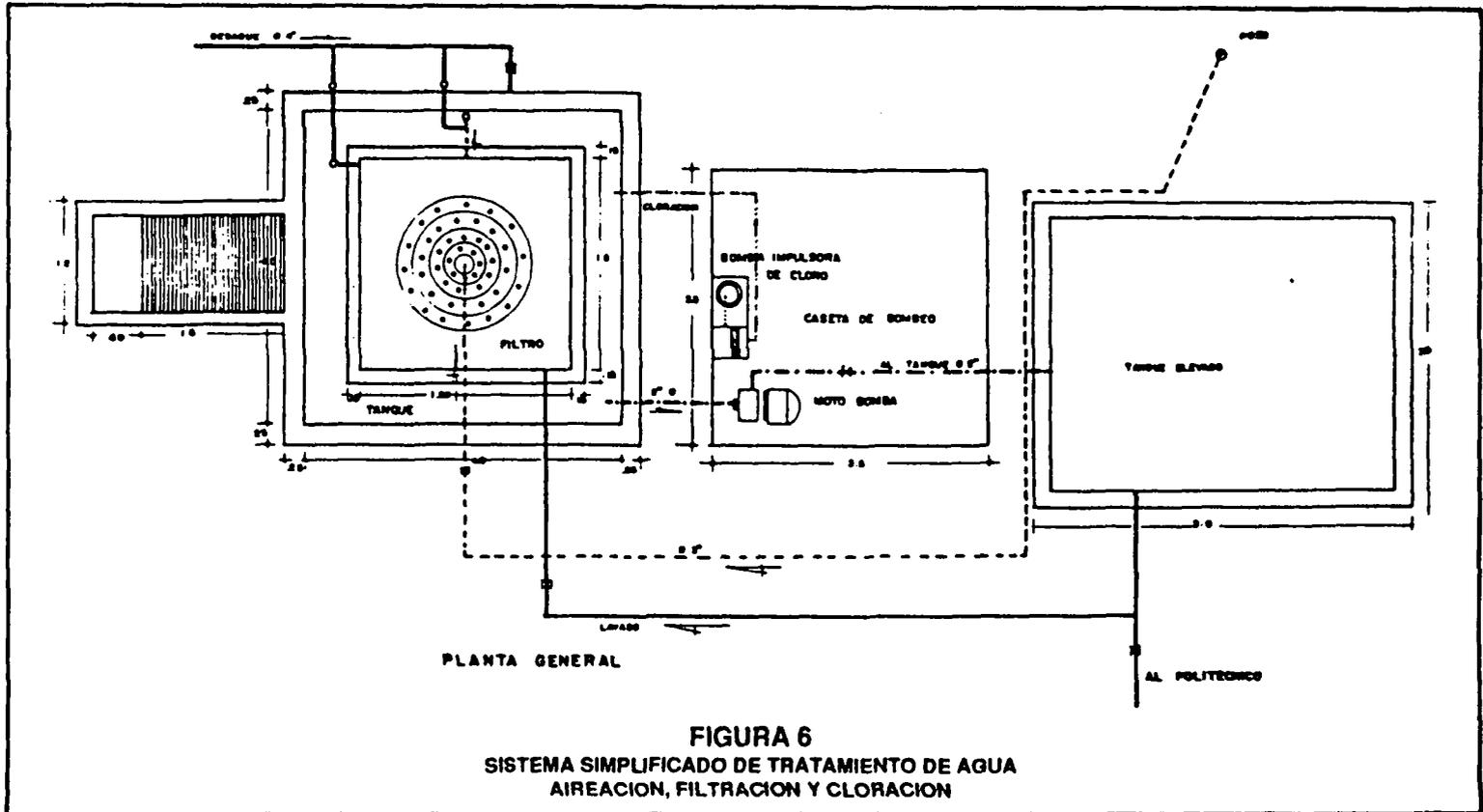
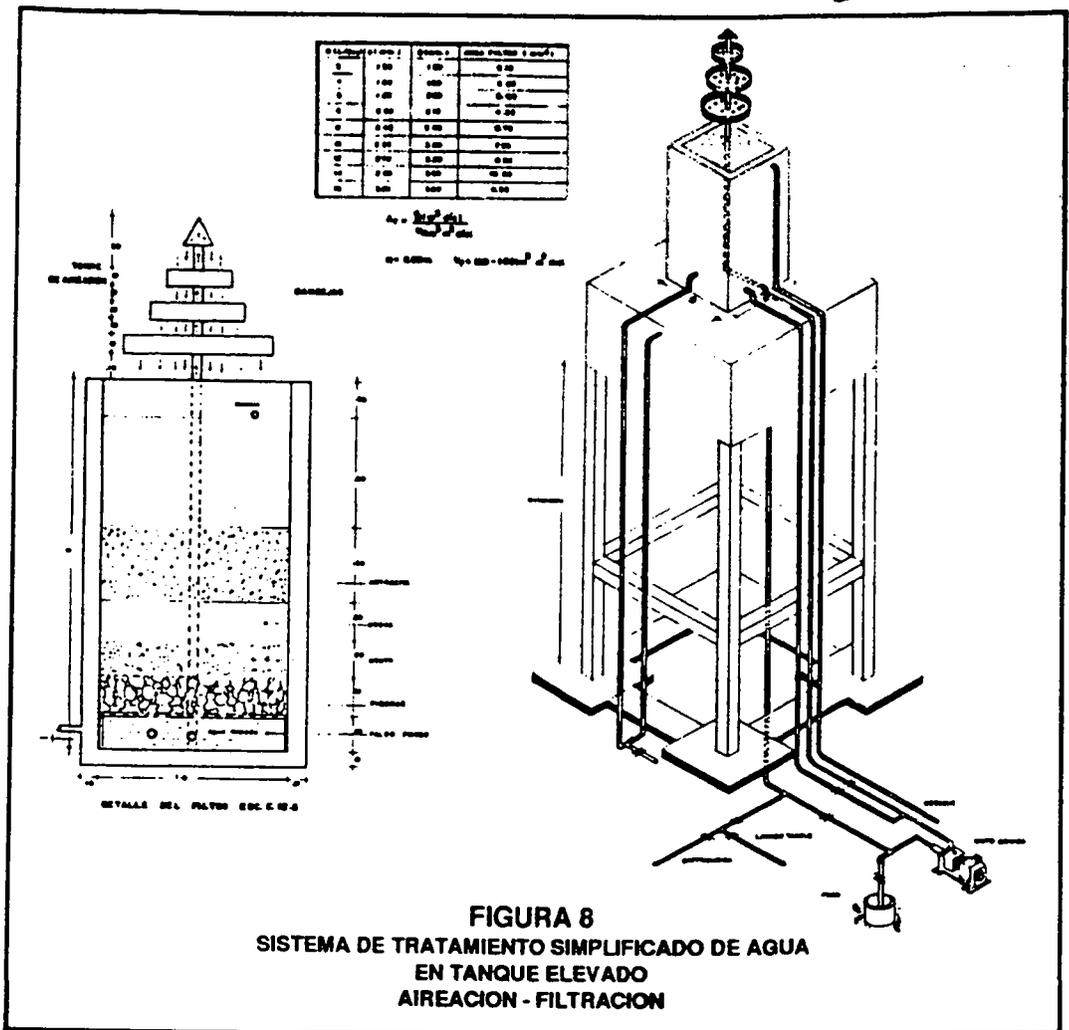


FIGURA 6
SISTEMA SIMPLIFICADO DE TRATAMIENTO DE AGUA
AIREACION, FILTRACION Y CLORACION



SEGUNDA PARTE: DISPOSICION DE EXCRETAS

1. CARACTERISTICAS GENERALES

Después de resolver el problema en cuanto a suministro y potabilización del agua se refiere, el S.S.S.A. se encontró con otro problema como es la adecuada disposición de estas aguas servidas, máxime dadas las características que

presenta la zona de Urabá, pues toda charca o pantano es aprovechada por los zancudos para continuar su ciclo de vida y por ende aumentar los riesgos de enfermar de paludismo, dengue, pues se está propiciando el aumento de la población de mosquitos, esto sin contar con la propagación de una gran cantidad de enfermedades de origen hídrico.

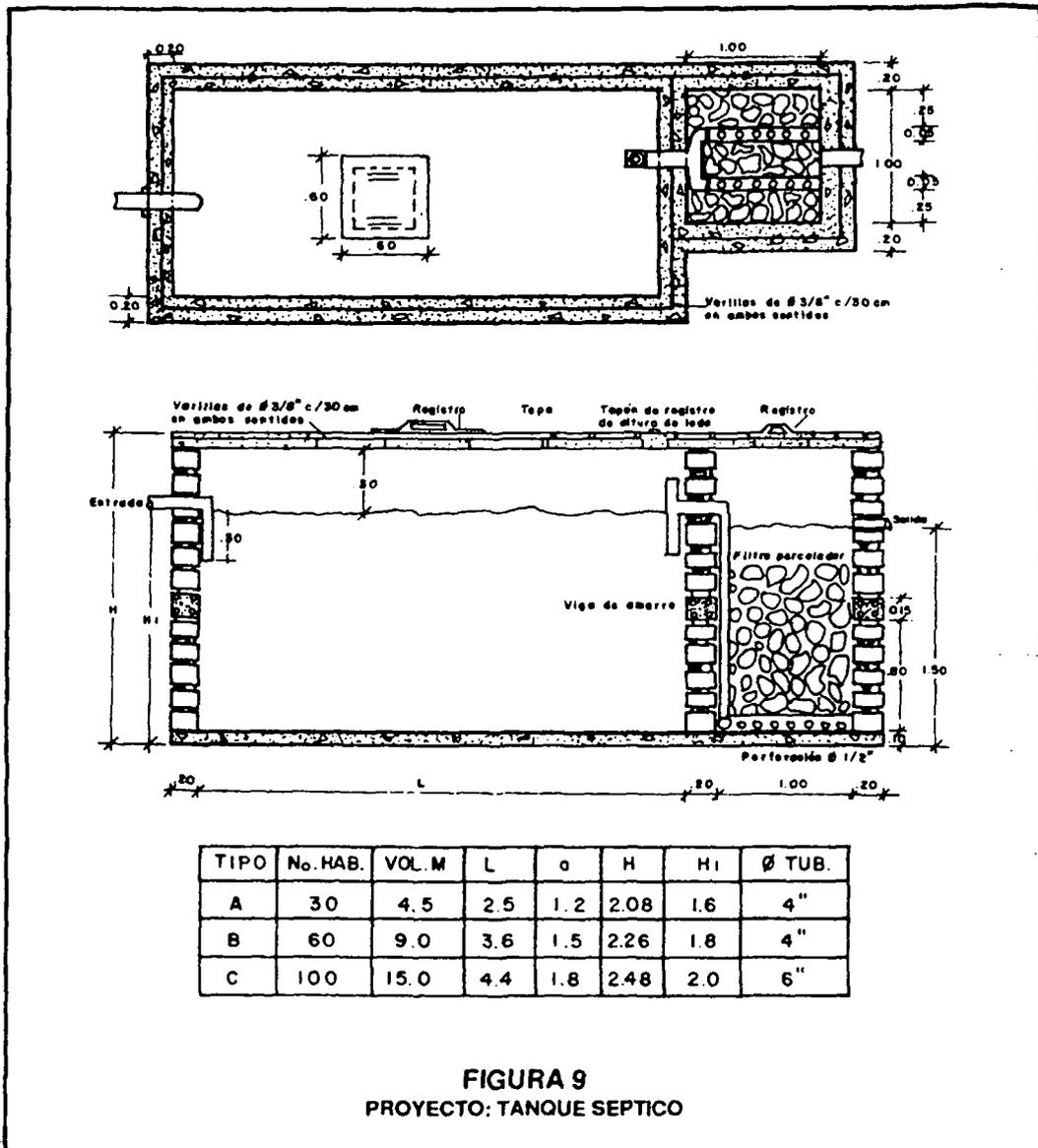
Viendo esta situación, se le quiso dar una solución integral al problema, pues se haría un sistema que contemple tanto la

evacuación como el tratamiento de estas aguas servidas, para evitarle molestias al usuario y al receptor final del efluente.

Se empezó a trabajar en las fincas de la zona con tanques sépticos, seguidos de filtros biológicos anaeróbicos de flujo ascendente, utilizando un lecho de filtro de piedra, con un espesor de 0,5 a 0,7 m y así, conseguir unos efluentes claros,

transparentes y exentos de mal olor para poderlos depositar en aguas superficiales sin problema, es decir, ya con tratamientos previos, la carga orgánica se ha disminuido significativamente.

Estos filtros tienen muy poca pérdida de carga ya que se mantiene inundado (ver plano de tanque séptico y sistema de tratamiento de desechos líquidos).



69

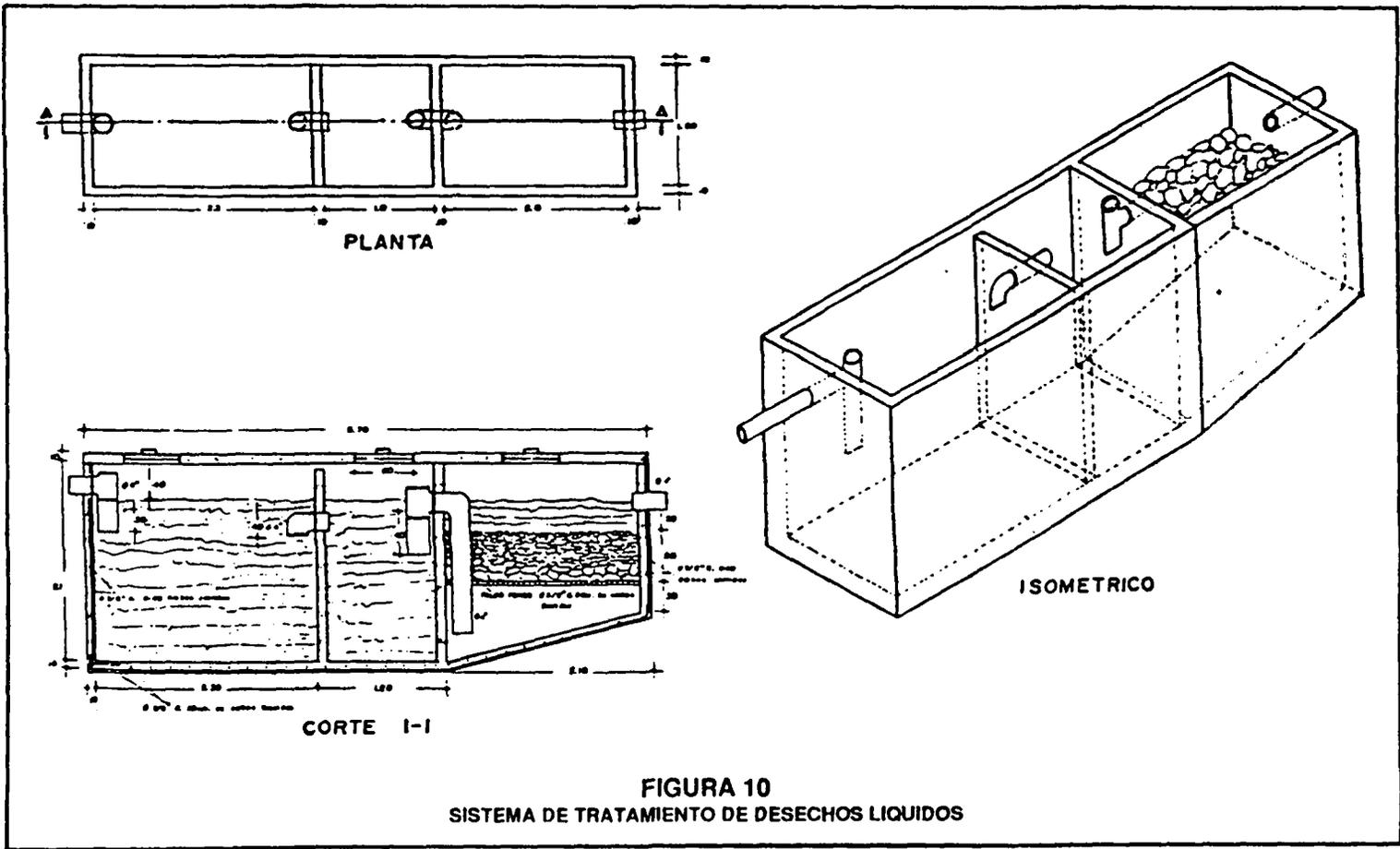


FIGURA 10
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LIQUIDOS

A medida que iba ocurriendo esto, la oficina de Saneamiento se interesaba mucho más en estos sistemas con lo cual se adquiría más tecnificación y fue entonces como surgió la idea de implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas a todos los alcantarillados que estaban y se están construyendo en la zona.

El sistema de tratamiento que se tiene actualmente, consiste en un proceso anaeróbico de flujo ascendente, a través de un manto de lodos, que es el que se forma durante el proceso de degradación de la materia orgánica. En éste, se hace una distribución lo más uniforme posible del desecho en el fondo del reactor, por medio de unas tuberías perforadas y así conseguir la formación de un cultivo que se mantiene de excelentes propiedades de sedimentabilidad y alta actividad específica; para los gases que se forman, sólo se les ha adaptado unos pequeños respiradores, pero no se ha hecho más ya que esto es un proceso lento (Ver plano Sistema de Tratamiento de agua residual y Sistema de Tratamiento de desechos líquidos).

Con este sistema que se ha implementado se han obtenido las siguientes ventajas:

- No se requiere energía.
- El lodo de exceso, se puede utilizar como fertilizante, o para mejorar estructuras de suelos.
- El proceso necesita poco espacio.
- La construcción es simple, ya que éstos se han hecho en tanques de mampostería, con combinación de vigas y columnas (posteriormente se amplía este concepto), consiguiendo así que los costos de inversión, operación y mantenimiento, sean bajos, comparados con los sistemas aeróbicos.

- Lo más importante es que se protegen las pocas fuentes de aguas superficiales existentes.

Se detectó como desventaja que inicialmente el proceso es lento y requiere de un período de maduración aproximadamente de 4 meses.

Este sistema se tiene operando en las localidades de Zungo Embarcadero, Hospital de Necoclí, más los alcantarillados que están en construcción donde se aplica dicho sistema.

2. DISEÑO

Parámetros:

- Tiempo de detención : 6 horas
- Altura útil : 3 metros
- Caudal de diseño : Población x Dotación x 0,85

(Ver plano Sistema de Tratamiento de agua residual -Tratamiento de desechos líquidos).

Acompañando a este sistema se tiene un TRATAMIENTO BIOLÓGICO, consistente en un pequeño filtro percolador con flujo ascendente pero funcionando anaeróbicamente, y así cumplir la misma función que se tiene en los tanques más sofisticados en su construcción, consiguiéndose ya con este tratamiento biológico, la remoción de una cantidad de bacterias, especialmente patógenas, que logran pasar del tratamiento anterior.

- Valor unitario de filtro : 0,05 m³/ habitante
- Para evitar pérdida de carga, opera inundado.

Debido a que estos sistemas inicialmente desprenden películas microbianas del

lecho filtrante, se están implementando unos pequeños sedimentadores de flujo ascendente, y así promover el mejoramiento en la calidad del efluente.

Desafortunadamente en la Regional sólo se inician actualmente actividades en cuanto a laboratorio, como ente de Saneamiento Ambiental, el cual será de

gran importancia por el seguimiento que se puede desarrollar, con miras a suministrar resultados técnicos de los porcentajes de remoción de materia orgánica; pero sí se puede confirmar que las condiciones estéticas y organolépticas han cambiado considerablemente, obteniéndose efluentes sin color, sin olor, transparentes y con poca turbiedad.

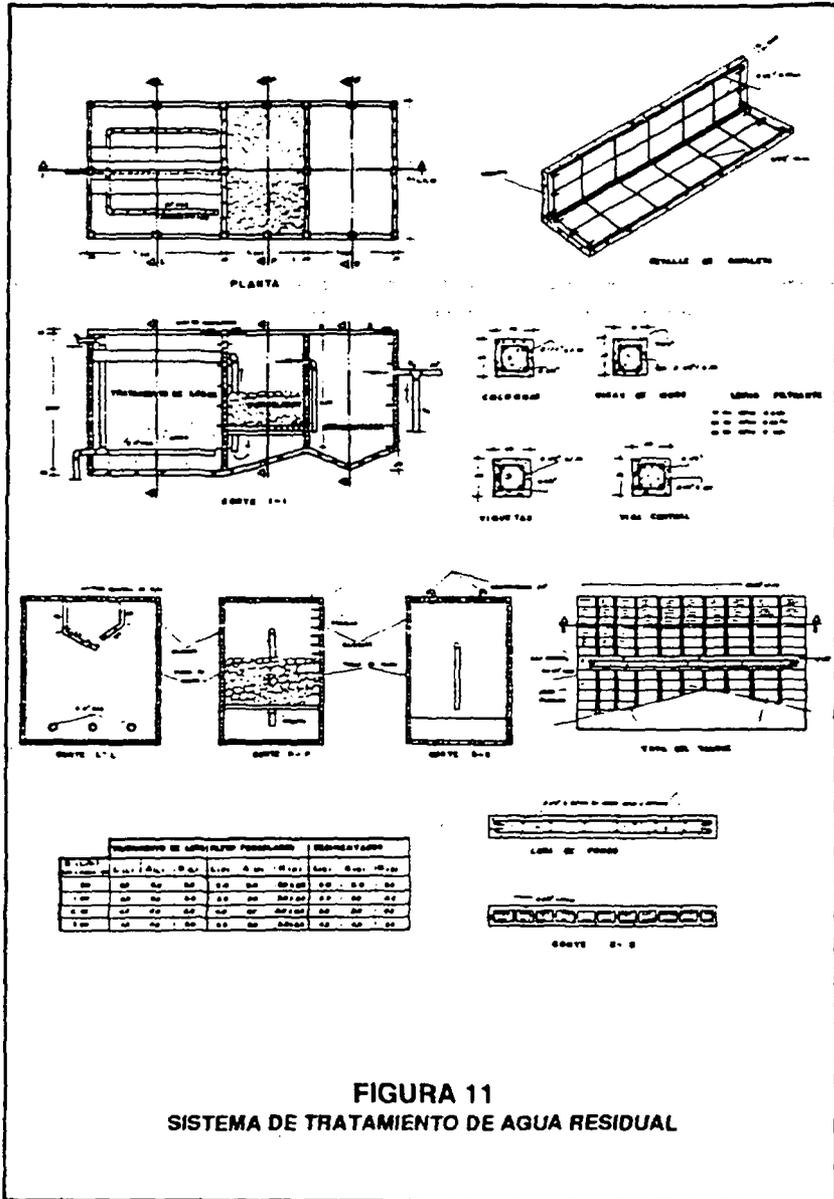


FIGURA 11
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL