

Comisión Nacional del Agua

**MANUAL DE AGUA POTABLE,
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO**

SANEAMIENTO RURAL

Diciembre de 2007

www.cna.gob.mx

ADVERTENCIA

Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra, sin fines de lucro y citando la fuente.

Esta publicación forma parte de los productos generados por la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, cuyo cuidado editorial estuvo a cargo de la Gerencia de Cuencas Transfronterizas de la Comisión Nacional del Agua.

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.

Edición 2007

ISBN: 978-968-817-880-5

Autor: Comisión Nacional del Agua
Insurgentes Sur No. 2416 Col. Copilco El Bajo
C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F.
Tel. (55) 5174-4000
www.cna.gob.mx

Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines de la Montaña,
C.P 14210, Tlalpan, México, D.F.

Impreso en México
Distribución gratuita. Prohibida su venta.

Comisión Nacional del Agua

Ing. José Luis Luege Tamargo

Director General

Ing. Marco Antonio Velázquez Holguín

Coordinador de Asesores de la Dirección General

Ing. Raúl Alberto Navarro Garza

Subdirector General de Administración

Lic. Roberto Anaya Moreno

Subdirector General de Administración del Agua

Ing. José Ramón Ardavín Ituarte

Subdirector General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento

Ing. Sergio Soto Priante

Subdirector General de Infraestructura Hidroagrícola

Lic. Jesús Becerra Pedrote

Subdirector General Jurídico

Ing. José Antonio Rodríguez Tirado

Subdirector General de Programación

Dr. Felipe Ignacio Arreguín Cortés

Subdirector General Técnico

Lic. René Francisco Bolio Halloran

Coordinador General de Atención de Emergencias y Consejos de Cuenca

M.C.C. Heidi Storsberg Montes

Coordinadora General de Atención Institucional, Comunicación y Cultura del Agua

Lic. Mario Alberto Rodríguez Pérez

Coordinador General de Revisión y Liquidación Fiscal

Dr. Michel Rosengaus Moshinsky

Coordinador General del Servicio Meteorológico Nacional

C. Rafael Reyes Guerra

Titular del Órgano Interno de Control

Responsable de la publicación:

Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento

Coordinador a cargo del proyecto:

Ing. Eduardo Martínez Oliver

Subgerente de Normalización

La Comisión Nacional del Agua contrató la Edición 2007 de los Manuales con el

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA según convenio
CNA-IMTA-SGT-GINT-001-2007 (Proyecto HC0758.3) del 2 de julio de 2007
Participaron:

Dr. Velitchko G. Tzatchkov

M. I. Ignacio A. Caldiño Villagómez

CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	III
INDICE FIGURAS.....	IV
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	V
INTRODUCCIÓN.....	1
PRIMERA PARTE: ESTRATEGIA TÉCNICA.....	2
1. ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA A NIVEL FAMILIAR	2
2. ALTERNATIVAS PARA LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LAS EXCRETAS.....	5
2.1 TIPOS DE LETRINAS	5
2.1.1 Ubicación y orientación de la letrina.....	11
2.1.2 Factores para seleccionar el tipo de letrinas.....	11
2.1.3 Letrina seca ventilada	12
2.1.4 Letrina húmeda	21
2.2 SANITARIO CON ARRASTRE HIDRÁULICO.....	27
2.2.1 Tanque séptico.	27
2.2.2 Disposición del efluente	32
3. DISEÑO.....	34
3.1 DISEÑO DE LETRINAS	34
3.1.1 Criterios de diseño	34
3.2 DISEÑO DEL TANQUE SÉPTICO.....	35
3.2.1 Diseño de zanjas de filtración.....	40
3.2.2 Diseño de pozos de absorción	43
4. CONSTRUCCION, OPERACION Y MANTENIMIENTO	45
4.1 CONSTRUCCIÓN	45
4.1.1 Materiales necesarios para la letrina seca ventilada de foso Profundo Con dimensiones de 1 x 1 x 1 m:	45
4.1.2 Material necesario para la letrina seca ventilada de dos cámaras de foso enterrado (Planos 1y 2)	46
4.1.3 Material necesario Para la letrina seca ventilada de dos cámaras con fosos superficiales (Planos 1 y 2).....	47
4.1.4 Material necesario para una caseta de ferrocemento.	49
4.1.5 Material necesario para la letrina húmeda.	52
4.1.6 Construcción del sanitario hidráulico.....	53
4.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	57
4.2.1 Operación de la letrina seca ventilada de foso profundo.....	57
4.2.2 Operación de la letrina seca ventilada de dos cámaras	57
4.2.3 Mantenimiento del sanitario con arrastre hidráulico o letrinas húmedas.	59
5. APLICACIÓN.....	60
5.1 DENSIDAD POBLACIONAL.	60

5.1.1 Limitaciones y aplicaciones de las letrinas.....	60
SEGUNDA PARTE: ESTRATEGIA DE ORGANIZACIÓN	63
6. ORGANIZACIÓN.....	63
6.1 DIAGNOSTICO.....	63
6.2 ORGANIZACIÓN PARA EL TRABAJO	66
6.3 DIFUSIÓN DEL PROYECTO.....	67
6.4 PROMOCIÓN	67
6.5 PLANEACIÓN.....	67
6.6 IMPLANTACIÓN.....	67
6.7 PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD	68
6.8 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	68
6.9 EVALUACIÓN.....	68
7. DISEÑO Y APLICACIÓN DE ENCUESTAS.....	70
8. FINANCIAMIENTO.....	71
GLOSARIO.....	73
9. BIBLIOGRAFIA.....	77
A N E X O 1.....	80
E N C U E S T A S.....	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tecnologías para protección de fuentes de abastecimiento

Tabla 2. Tecnologías para mejorar la calidad del agua de consumo

Tabla 3. Localización del tanque séptico y zanjas de infiltración

Tabla 4. Volumen requerido de fosos con vida útil de 10 años

Tabla 5. Material y costo estimado de un tanque séptico de dos cámaras

Tabla 6. Material y costo estimado de zanjas de filtración y pozos de absorción

Tabla 7. Material y costo integrado del sanitario con arrastre hidráulico

Tabla 8. Sistema sanitario según la dispersión de la localidad

Tabla 9. Problemas comunes en el uso de letrinas

Tabla 10. Proceso metodológico para el saneamiento básico

INDICE FIGURAS

Figura 1. Componentes de una letrina

Figura 2. Letrina rural en San Luis Potosí

Figura 3. Letrina rural en Puebla, Pue.

Figura 4. Letrina rural en el Estado de México

Figura 5. Espacio típico donde se practica el fecalismo

Figura 6. Letrina seca de foso profundo con piso de fibra de vidrio

Figura 7. Letrina seca de foso profundo con losa de concreto

Figura 8. Taza para letrina seca

Figura 9. Letrina seca de dos cámaras

Figura 10. Letrina húmeda de pozo directo con piso de fibra de vidrio

Figura 11. Letrina húmeda de pozo adjunto

Figura 12. Modelos de casetas

Figura 13. Componentes del sanitario hidráulico

Figura 14. Tanque séptico de una cámara

Figura 15. Tanque séptico de dos cámaras

Figura 16. Tanque séptico de tres cámaras

Figura 17. Zanjas de filtración en serie

Figura 18. Zanjas de filtración en paralelo

Figura 19. Organigrama para el saneamiento rural

Figura 20. Metodología para el saneamiento básico en el medio rural

Lista de símbolos y abreviaturas

a : Ancho, m
A₁ :Area de la cámara uno, m²
A₂: Area de la cámara dos, m²
Ah: Area de huecos requerida, m²
Ar: Area requerida, m²
B :Area de la base del foso, m²
B :Longitud de la segunda, cámara, m
D:Diámetro, m
Ds: Densidad de sólidos, kg/m³
Hab: Habitante, hab
H: Profundidad o altura, m
Hl₁: Altura del líquido de la primera cámara, m
Hl₂: Altura del líquido de la segunda cámara, m

Longitud de la primera cámara, m
Iz: Longitud de la zanja, m
P: Número de usuarios, hab
Pe: Profundidad de la zanja, m
PVC: Cloruro de polivinilo
Pza: Pieza
S : Tasa de acumulación de sólidos, kg/día/hab
Tl: Tiempo de limpieza, año
A: Tiempo de vida útil, años
Tf :Tasa de filtración, l/m² /día
Tr: Tiempo de retención, horas
Vc₁ :Volumen de la cámara uno, m³
Vc₂ :Volumen de la cámara dos, m³
Vd: Volumen diario, m³
Vg. Volumen generado, m³
Vl₁: Volumen del líquido de la primera cámara, m³
Vl₂: Volumen del líquido de la segunda cámara, m³
Vr: Volumen requerido, m³
Vsa :Volumen de sólidos anuales, m³
Vsd: Volumen de sólidos diarios, m³
Vsa₅: Volumen de sólidos a cinco años, m³
Vv: Volumen vacío, m³
W:C:Sanitario

Lista de instituciones

BM: Banco Mundial, Insurgentes sur No. 1971, locales 70 y 71, C. P. 01070. México. D. F.:

CEPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Palmas No 530, Col. Lomas de Chapultepec, C. P. 11000, México. D. F

OPS: Organización Panamericana de la Salud. Palmas No 530, Col. Lomas de Chapultepec, C. P. 11000, México. D. F.

OMS: Organización Mundial de la Salud. Palmas No 530, Col. Lomas de Chapultepec, C. P. 11000, México, D. F.

INTRODUCCIÓN

El costo elevado de los servicios de agua potable y alcantarillado convencional, han provocado que la cobertura de estos en el medio rural sea insuficiente, originando problemas de salud que se relacionan directamente con la calidad del agua y la disposición inadecuada de las excretas.

Esta situación, desde el punto de vista sanitario, constituye un riesgo para la salud, ya que

la falta de agua potable y drenaje hace que se consuma agua de dudosa calidad y prevalezca el fecalismo al aire libre.

Las enfermedades gastrointestinales se generan principalmente a causa de partículas de heces fecales humanas transportadas por el viento y por escurrimientos pluviales, estas infecciones podrían disminuir asegurando la cantidad y calidad del agua entubada, así como una disposición adecuada de excretas.

El problema de insalubridad ambiental, se ha superado mediante la implantación sistemática de un conjunto de medidas que se agrupan bajo el concepto de Saneamiento Básico Rural. Este concepto incluye el abastecimiento de agua potable, la disposición sanitaria de las excretas humanas y la disposición adecuada de la basura y otros desperdicios sólidos.

En este manual, el Saneamiento Básico Rural se limita a los dos primeros parámetros proporcionando una metodología integrada por una estrategia técnica y otra de organización, la cual incluye la participación comunitaria e institucional para proteger las fuentes de abastecimiento, el mejoramiento de la calidad del agua y la disposición adecuada de las excretas.

PRIMERA PARTE: ESTRATEGIA TÉCNICA

Una limitante para proporcionar servicios de saneamiento en el medio rural y zonas marginadas, es la falta de tecnología de bajo costo acorde con las condiciones económicas de la población y que garantice agua de mejor calidad para consumo humano y manejo adecuado de las excretas; además, la tecnología debe ser accesible desde el punto de vista sociocultural (usos y costumbres de la población) y no debe alterar el ambiente.

Los criterios para la selección de la tecnología de saneamiento, son los siguientes:

- Que sea accesible al nivel sociocultural de la población y que sea efectiva que resuelva en forma consistente el problema sanitario.
- Que sea de bajo costo.
- Que el consumo de agua de las opciones de saneamiento sea el mínimo necesario.
- Que el espacio para su instalación sea mínimo.
- Que mejore las condiciones ambientales de la localidad.

1. ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA A NIVEL FAMILIAR

En el medio rural, el abastecimiento de agua entubada de buena calidad es mínimo o nulo, por falta de infraestructura que proteja las fuentes de abastecimiento y porque el conocimiento y economía de la población generalmente son escasos.

Para dar cumplimiento a las normas de calidad del agua potable, además de la infraestructura es necesario que se cuente con medios económicos suficientes para adquirir refacciones, reactivos químicos, personal calificado y contar con laboratorios en los cuales se pueda analizar la calidad del agua.

Bajo estas condiciones en este manual se seleccionó tecnología de bajo costo, apropiada para la población rural.

Las tecnologías para mejorar la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento, incluyen su protección a nivel familiar. El tratamiento del agua incluye la ebullición, el uso del filtro lento de arena, el filtro de cantera y la cloración.

En los Tablas 1 y 2 se presenta un resumen de las tecnologías para protección de las fuentes de abastecimiento y para mejorar la calidad del agua para consumo humano. Para mayor información, consultar la sección III del Compendio de Tecnologías de Saneamiento Rural elaborado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua en 1993.

Tabla 1 Tecnologías para protección de fuentes de abastecimiento

TECNOLOGIA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS
CUNETA	Es una pequeña zanja que se excava alrededor de la fuente, siguiendo la pendiente de los escurrimientos; puede recubrirse con piedra, madera, tierra o concreto	Protege a la fuente de escurrimientos de agua Evita la erosión y azolvamiento de la fuente Protege la calidad del agua El 90% del material y mano de obra es de la localidad
BROCAL	Estructura que se levanta de 50 a 100 cm de altura, sobre el nivel del suelo	Protege a la fuente de la tierra y basura Evita la infiltración del agua superficial
REVOCADO	Es un revestimiento impermeable dentro de la fuente (pozo o manantial) que se hace con cemento y arena	Protege la calidad del agua de la fuente
CERCADOS	El cerco se hace con piedra colocada sin juntar (tecorral), alambre de púas o malla ciclónica, alrededor de la fuente	El cerco impide el acceso de animales Protege las obras físicas que se construyen en la fuente '

Tabla 2 Tecnologías para mejorar la calidad del agua de consumo humano

TECNOLOGIA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	OBSERVACIONES
FILTRACION				
Filtro lento de arena	<ul style="list-style-type: none"> - Base de block o piedra - Dos tambos de 200l (filtro y depósito) - Accesorios de plomería - Arena, grava y pintura 	<ul style="list-style-type: none"> - Remueve turbiedad - Mantenimiento sencillo y manual - Proporciona 30 l/h 	<ul style="list-style-type: none"> - No remueve patógenos - La arena siempre debe estar mojada 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso nivel familiar - El agua debe hervirse o desinfectarse
Filtro de cantera	<ul style="list-style-type: none"> - Una olla y tapa - Base de madera - Accesorios de plomer(a) - Cantera café 	<ul style="list-style-type: none"> - Remueve turbiedad - Mejora la calidad bacteriológica del agua en un 90% 	<ul style="list-style-type: none"> - La cantera sólo se localiza en algunos estados del país 	
CLORACION	<ul style="list-style-type: none"> - Blanqueadores para lavado de ropa: - Cloralex - Clorox - Cloromex - Clorinol 	<ul style="list-style-type: none"> - Se pueden adquirir en cualquier tienda de abarrotes - Fácil aplicación 	<ul style="list-style-type: none"> - Posibles trastornos en la salud por una sobredosisificación 	<ul style="list-style-type: none"> - Agregar dos gotas por litro de agua, mezclar y esperar 30 minutos antes de ingerirla
EBULLICION	<ul style="list-style-type: none"> - Es el método más fácil, relativamente económico 	<ul style="list-style-type: none"> - Puede efectuarse en cualquier localidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere de un tiempo mínimo de ebullición - Puede provocar deforestación 	<ul style="list-style-type: none"> - Se recomienda mínimo 5 minutos de ebullición
ENERGIA SOLAR	<ul style="list-style-type: none"> - Balsas o recipientes de plástico color blanco, con capacidad de 3 a 6 l, se llenan de agua y exponen al sol sobre una lámina negra 	<ul style="list-style-type: none"> - No requiere de materiales costosos - En días soleados, seminublados y nublados se requieren de 2, 4 y 6 h respectivamente 	<ul style="list-style-type: none"> - Útil para agua poco contaminada y sin turbiedad 	<ul style="list-style-type: none"> - Método familiar

2. ALTERNATIVAS PARA LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LAS EXCRETAS.

En las comunidades rurales y marginadas, uno de los principales problemas es la contaminación del agua, los alimentos y el medio ambiente por el fecalismo al aire libre, porque no carece de sistemas sanitarios adecuados para el confinamiento y tratamiento de las excretas humanas. El problema se acentúa en las pocas de lluvias, porque la materia fecal es arrastrada hasta las fuentes de abastecimiento.

Por lo anterior, al fecalismo al aire libre se considera como uno de los principales problemas de salud en las áreas rurales y marginadas, donde no se cuenta con drenaje sanitario y la cantidad y calidad del agua es inadecuada.

Por esta razón, las tecnologías de saneamiento de bajo costo como las letrinas y el sanitario con arrastre hidráulico, son las opciones propuestas para disminuir los riesgos a la salud y mejorar el bienestar social de la población.

La letrina es una instalación sanitaria, que con mínimos conocimientos técnicos puede construirse en lugares adecuados para el confinamiento y tratamiento de las excretas humanas.

Con una construcción adecuada, proporciona una solución económica para disposición y tratamiento de los excrementos en comunidades rurales y marginadas donde la dispersión de la población y la cantidad de agua limitan el uso de otras opciones.

El sanitario con arrastre hidráulico es útil para localidades que tienen resuelto el problema de agua de consumo humano.

2.1 TIPOS DE LETRINAS

En el medio rural, la letrina típica que se construye carece de algunos componentes como el brocal, taza, tapa, tubo de ventilación y una profundidad adecuada del foso.

Esta falta de elementos tiene como consecuencia un olor de desagradable y la proliferación de moscas, mosquitos y otros insectos, lo que ha provocado el rechazo del usuario hacia las letrinas.

Para resolver el problema de saneamiento en el medio rural, existen dos tipos básicos de letrinas:

- Letrina seca ventilada a la cual no se le agrega agua.
- Letrina húmeda. Necesita de 4 a 6 litros de agua por uso para su buen funcionamiento.

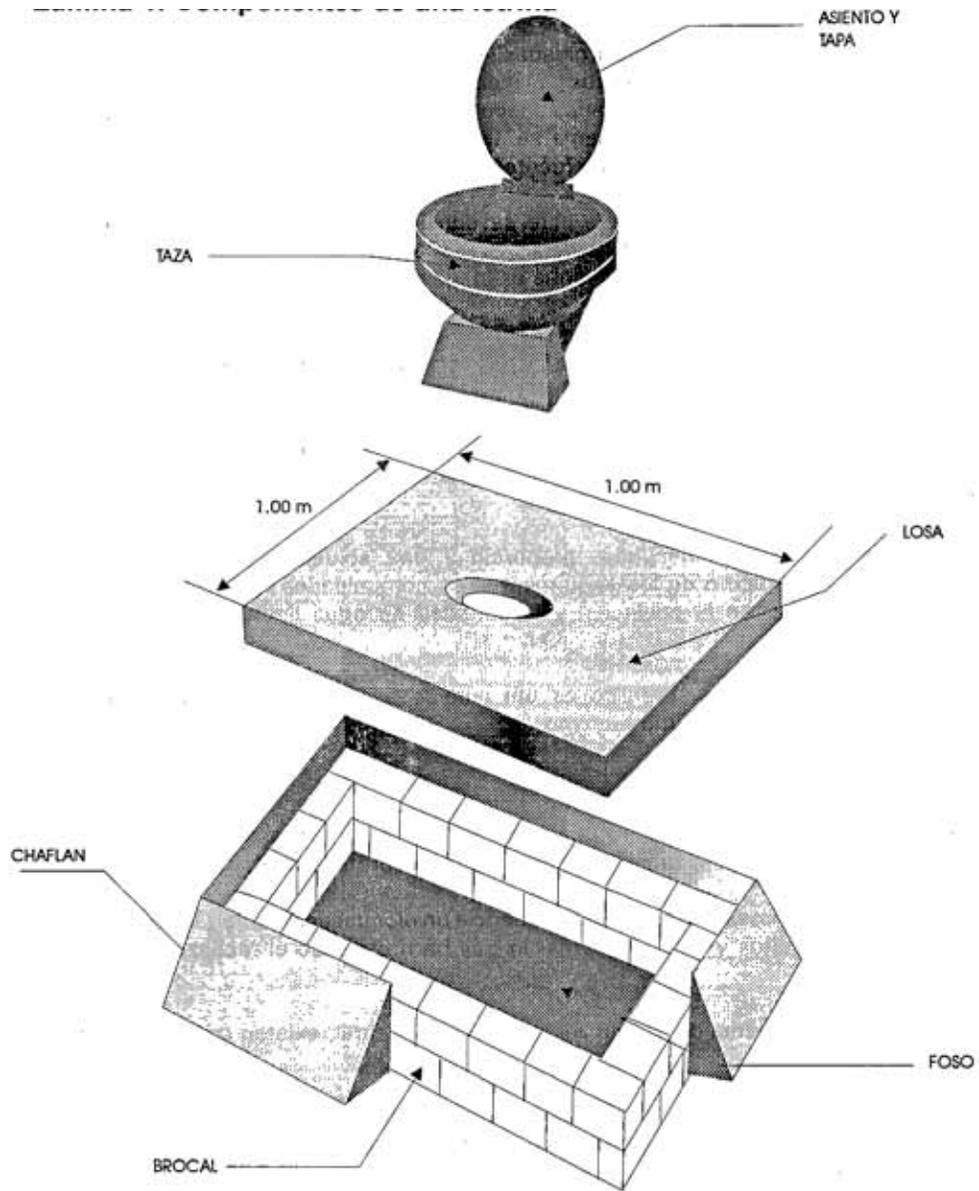


Figura 1 Componentes de una letrina

En la Figura 1 se presentan los elementos que constituyen una letrina y de la 2 a 5, se muestran las letrinas típicas que se construyen comúnmente en comunidades rurales de México.



Se observa la falta de algunos componentes:

- Tubo de ventilación
- Techo inadecuado
- Chaflán
- Tapa del asiento

Figura 2. Letrina rural en San Luis Potosí



Se observa la falta de algunos componentes:

Tapa del asiento

Brocal

Chaflán

Tubo de ventilación

Figura 3. Letrina en Puebla



Se observa la falta de algunos componentes:
Tapa del asiento o taza
Brocal y Chaflán
Tubo de ventilación

Figura 4. Letrina rural en el Estado de México



Figura 5. Espacio típico donde se practica el fecalismo en el estado de Morelos

2.1.1 Ubicación y orientación de la letrina

Con la finalidad de no perjudicar a terceros y evitar la posible contaminación del agua en el subsuelo, se deberían considerar las siguientes recomendaciones en la localización de una letrina.

- Elegir un lugar que no se inunde cuando llueva y no, esté sombreado.
- En terrenos con pendiente, la letrina se ubicaría aguas abajo del lugar donde se encuentre un pozo o noria, para evitar que las infiltraciones de la letrina lleguen al agua del pozo y lo contaminen.
- La distancia entre la letrina y cualquier fuente de suministro de agua (pozo, noria o manto de aguas freáticas) dentro del predio o en predios vecinos debe ser de:
 - Mínima horizontal 15.0 metros
 - Mínima vertical 1.5 metros, del fondo del foso nivel freático.
- Distancia mínima entre la letrina y cualquier habitación:
 - 5.0 metros.
- Orientar la letrina de tal manera que los tubos de ventilación reciban la luz del sol la mayor parte del día (hacia el sur).

2.1.2 Factores para seleccionar el tipo de letrinas

En cualquier localidad existen siempre condiciones físicas, económicas y culturales, que junto con el nivel de suministro de agua, orientan la selección de la letrina.

- Condiciones físicas
 - Servicio de abastecimiento. El abastecimiento continuo o intermitente de agua en cantidad suficiente o escasa, es el factor que determina el tipo de letrina que se diseñara: seca o húmeda.
 - Características físicas del suelo. Para propósitos de diseño de fosos de letrinas, a los suelos se les considera de estructura consistente o no consistente (resistencia al derrumbe) y se puede determinar mediante la experiencia, y conocimiento local. Si han ocurrido derrumbes de letrinas o excavaciones similares, el suelo se considera no consistente y por lo tanto, el foso debe revestirse o construirse superficialmente.
 - Si el suelo es consistente, se puede excavar el foso, pero si su consistencia se debe a la dureza por tepetate o pedregosidad, el foso puede construirse semienterrado superficial.
 - Profundidad del nivel freático. La profundidad del agua subterránea también limita el tipo de letrina a construir. Para determinar este factor sin realizar estudios hidrogeológicos, se sugiere hacer un recorrido por la localidad y visitar los predios de las familias que tienen pozos o norias domésticas. La distancia entre el espejo de agua y el nivel del piso del suelo, indicar de manera aproximada a qué profundidad se encuentra el agua subterránea en esa zona.

Para diseminar letrinas húmedas o secas de foso profundo, es necesario que el agua subterránea esté por lo menos a 1.5 m de profundidad a partir del fondo de la letrina. Si el agua se localiza a menos de 1.5 m, entonces los fosos se diseñarían para construirse semienterrados o superficiales y serían de tipo seco, de doble cámara.

- Condiciones económicas.

Generalmente las comunidades cuentan con escasos recursos económicos, pero pueden aportar el terreno, la mano de obra y algunos materiales regionales. Cuando sea necesario, se requerirá el apoyo de instituciones que aporten los materiales industrializados (cemento, varilla, tabique, cal, tubo de ventilación, láminas, etc.) y la asesoría técnica.

Considerando estos componentes de costo, se selecciona el tipo de letrina que más se ajuste a las necesidades del usuario.

- Condiciones socioculturales.

El diseño de la letrina debe estar de acuerdo con la preferencia y costumbres de la población. El usuario debe participar en el diseño, indicar si acostumbra defecar sentado, en cuclillas o si prefiere usar los servicios colectivos (varias familias) ó individuales (familiar).

Si se consideran las costumbres del usuario, se podrá diseñar un sanitario adecuado y se garantizará su uso y mantenimiento.

2.1.3 Letrina seca ventilada

Se recomienda para lugares que tienen problemas con la cantidad y disponibilidad de agua y con la estructura del suelo. Hay dos subtipos: una de la letrina seca ventilada de, dos cámaras y la letrina seca ventilada de foso profundo.

2.1.3.1 Letrina seca ventilada de foso profundo

Se construye cuando el terreno no es tepetatoso, pedregoso o arenoso y cuando el agua subterránea se localiza cuando menos a 1.5 metros.

- Foso

La forma del foso más simple y fácil de construir es la de tipo cuadrado con dimensiones de un metro por lado, y excavación mínima de dos metros, sin recubrimiento. Si es necesario, se ademaran las paredes, utilizando materiales existentes en la región. Cuando el excremento ocupa un 75% de volumen del foso o está cerca del brocal, se sella con tierra y se excava otro foso al cual se traslada la losa y la caseta.

- Brocal

Se construye de mampostería con piedra existente en la comunidad o con tres hileras de tabique, procurando que sobresalgan del nivel natural del suelo 0.30 metros, y

alrededor se le construye un chaflán. Estas estructuras en conjunto impiden que los escurrimientos pluviales penetren al interior del foso.

- Losa

La losa tiene como función tapar el foso y servir de soporte a la taza y caseta; sus dimensiones son de 1.10 x 1.30 m con espesor de 7 cm utilizando concreto y malla electro soldada.

Actualmente la industria ofrece en el mercado el piso para letrinas, fabricado con fibra de vidrio con taza y tapa integrada. Cuando se usa esta losa o piso, el foso puede ser circular con diámetro de 0.80 m.

- Taza, asiento y tapa

Las tazas pueden fabricarse en la comunidad, mediante un molde de lámina galvanizada y concreto simple. En el plano 1, se muestran las especificaciones para construir el molde.

Material para construir una taza	
Molde	1
Manguera de 3/4	27 cm
Alambre quemado	2 trozos de 30 cm
Tela de mosquitero	1 Tabla de 25 cm por lado
Aceite quemado	1 /4 L
Cemento	5 Kg
Arena	1/2 bote
Grava	1/4 bote
Agua	5 L

Método de construcción.

La taza se fabrica en dos etapas.

Primera etapa: Construcción de la taza.

- Limpiar y lavar el molde.
- Colocar el molde en una superficie plana.
- Instalar un tramo de manguera en el orificio que tiene el molde interior de la taza (ver plano o. 1) Esta debe quedar emparejada (al ras del molde). La parte inferior se entierra en el suelo para que asiente bien el molde.
- Recubrir el molde con aceite quemado (aceite automotriz usado).
- Colocar los dos trozos de alambre quemado en el orificio, del molde interior (separador de orina), procurando que queden a los lados manguera.

- Preparar la mezcla de concreto y vaciar en el molde. Para que no queden huecos (poros grandes), se pica suavemente la mezcla con una vara o varilla.
- Después de tres días se descimbra (se retira el molde).

Segunda etapa: Construcción del separador de orina.

- Después de tres días se descimbra (se retira el molde).
- Después de quitar el molde de la taza, se coloca el molde del separador de orina frente del orificio donde se instala la manguera.
- Hacer una hendidura en la taza, en la parte donde se colocara el separador de líquido, de aproximadamente dos centímetros, siguiendo su contorno del separador (ver separador de Líquido en el plano No.1).
- Para sostener el molde y el concreto del separador de orina, colocar la tela de mosquitero en la hendidura, sujetándola con los alambres.
- Preparar la mezcla utilizando 1/4 Kg de cemento y 1 Kg de arena sin cernir.
- Tapar la manguera con papel para evitar que se obstruya al momento de agregar la mezcla, la cual se distribuye con la mano en el molde, calculando un grosor de dos a tres centímetros.
- Retirar el molde después de dos días.
- Para obtener un acabado fino en la taza y el separador, se prepara una mezcla con 1 Kg de arena fina cernida con tela de mosquitero y 1/4 Kg de cemento. La mezcla debe tener una consistencia que le permita adherirse a una esponja y se pueda revestir la taza y el separador.
- Montar las tazas después de 24 horas en las losas correspondientes y sellar con cemento, una vez que las losas fueron colocadas sobre las amarras o fosos.

Se recomienda que el asiento y tapa sean de material plástico porque es más higiénico, durable y sella más fácilmente.

Nota: Si no se cuenta con una báscula, puede usarse una lata de un litro y medir las cantidades pequeñas en esta unidad.

- Caseta

La caseta puede construirse con materiales como madera, tabique, piedra o prefabricarse de ferro cemento, de acuerdo al gusto y alcance económico del usuario.

En general, la forma de la caseta es similar a las casas de la región. Este principio normalmente determina qué tipo de materiales se pueden emplear.

- Tubo de Ventilación

Existen diferentes materiales (asbesto-cemento, ladrillo, bambú, hierro, PVC, etc.) para instalar, el tubo de ventilación. Su elección dependerá de los siguientes factores: durabilidad, resistencia, riesgo de corrosión, disponibilidad, costo y facilidad de instalación.

El tubo sirve para que circule el aire del interior al exterior del foso, evitando olores desagradables y la proliferación de moscas y otros insectos.

Se recomienda usar tubo de PVC con las siguientes dimensiones: 4" de diámetro y 2.5 m de longitud. Debe sobresalir del techo de la caseta y estar sujeto a ésta. En general se instalan fuera de la caseta del lado soleado y son pintados de color negro para facilitar la circulación del aire.

Además, para impedir el paso de los insectos y la lluvia, se coloca en la parte superior un pedazo de tela de mosquitero y un sombrero metálico.

En la Figura 6 y Figura 7 se aprecian los componentes de la letrina seca ventilada de foso profundo. En la Figura 8 se presenta el modelo de tazas para letrinas secas.

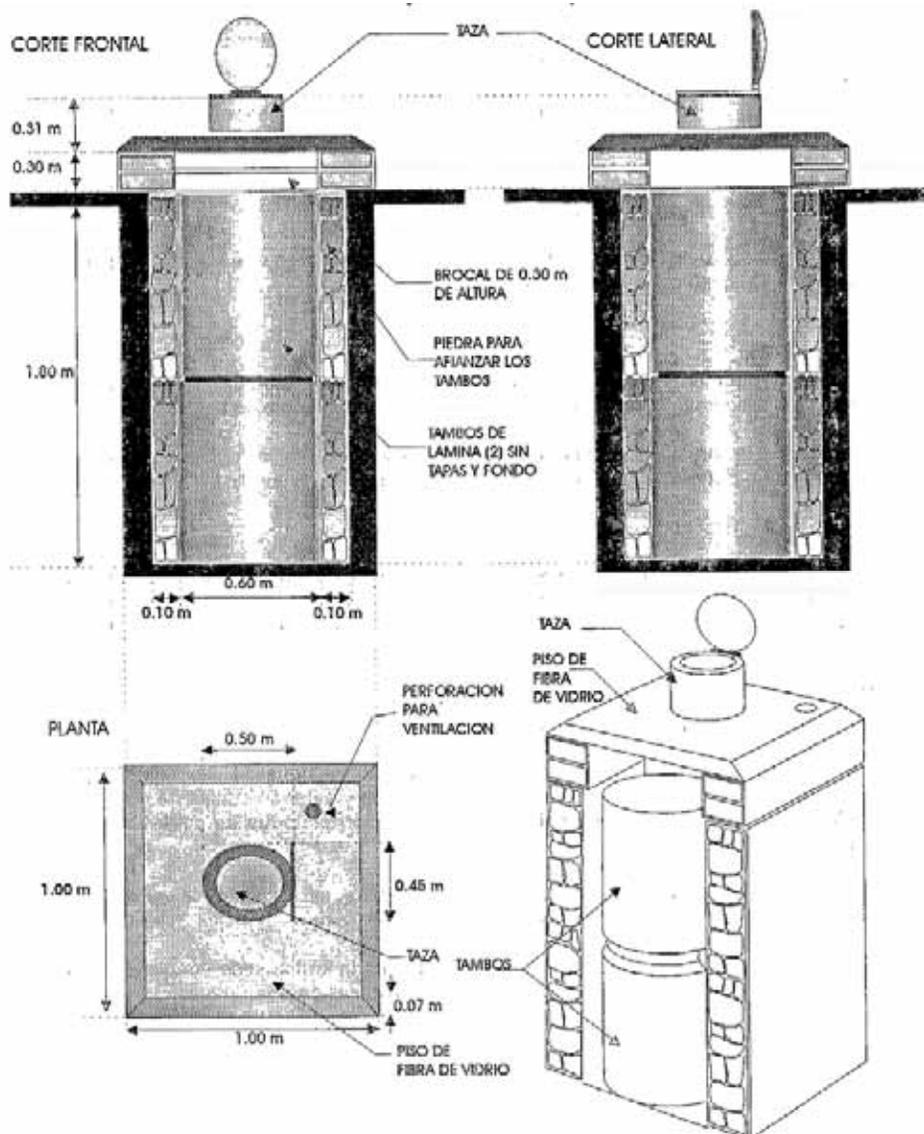


Figura 6. Letrina seca de foso profundo con piso de fibra de vidrio

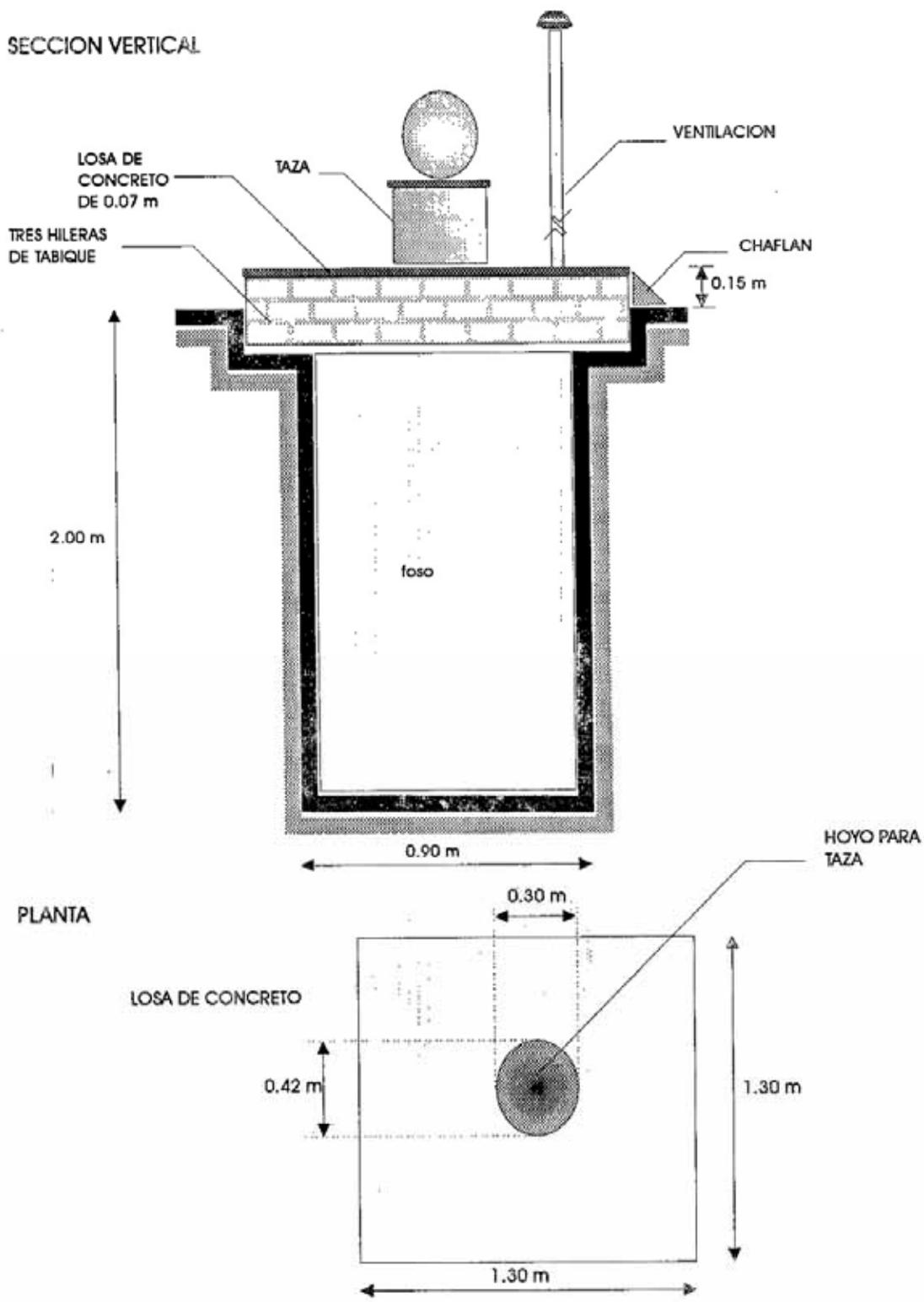


Figura 7. Letrina seca de foso profundo con losa de concreto

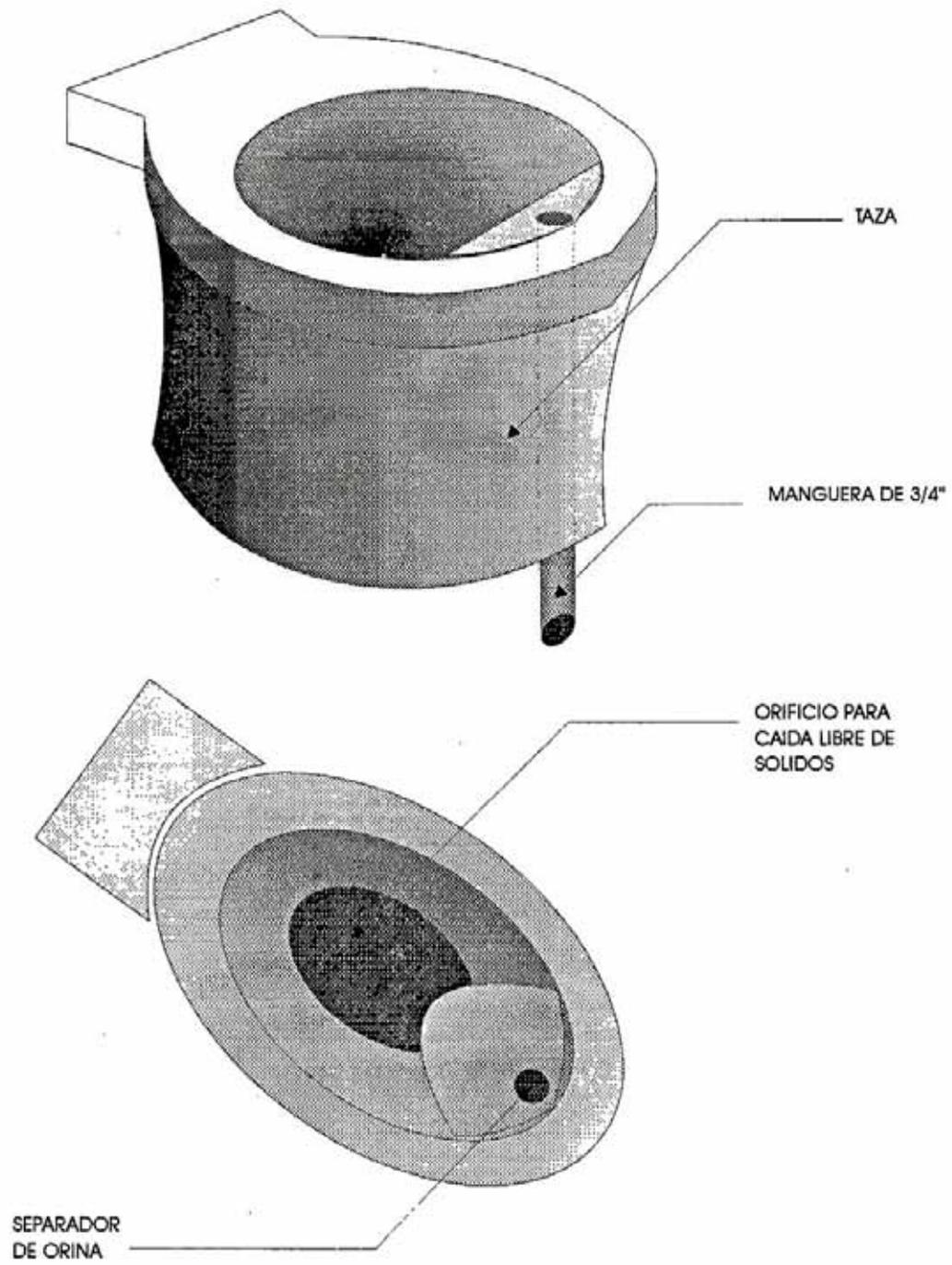


Figura 8. Taza para letrina seca

2.1.3.2 Letrina Seca Ventilada de dos Cámaras (LSVC)

Este tipo de letrina es de construcción permanente. El foso se compone de dos cámaras de 1m³ cada una, lo que permite un uso alternado y elimina el problema de construir otras letrinas.

Se puede construir superficialmente, semienterrada y enterrada, dependiendo de las características físicas del suelo y de la profundidad del manto freático.

Proceso Constructivo

- Trazo

Seleccionar el lugar más adecuado siguiendo los criterios anotados anteriormente y de acuerdo al tipo de suelo, se elige la forma de construcción.

Con cuatro estacas e hilo cáñamo se traza un rectángulo de 1.8 m de ancho por 3 m de largo y se marcan las Líneas con cal o ceniza.

- Excavación del Foso

Se inicia la excavación del foso de 1.80 por 3.00 m y 30 cm de profundidad si se construye en forma superficial (suelo rocoso, arcilloso o manto freático menor a 1.5 m); si es semienterrada, la profundidad sería variable pero menor a un metro (suelo poco rocoso, arenoso); cuando los suelos son blandos, el foso se puede excavar hasta un metro de profundidad, totalmente enterrado, siempre y cuando el nivel de las aguas freáticas se encuentre a 1.5 metros de profundidad, por debajo del fondo del foso.

- Cimentación

Es necesario construir una dala perimetral con sección de 15 cm por 15 cm en el fondo del foso y dimensiones de 1.30 por 2.45 m, con otra dala intermedia de las mismas dimensiones (ver isométrico en el plano No.2) La cimbra de la dala perimetral se hace usando tablas de 0.20 x 2.50 m, cubiertas de aceite quemado (aceite automotriz usado).

El habilitado y armado de la dala se hace utilizando 10 m de armex prefabricado de 15 x 20 cm o se puede usar varilla del número 3 y alambrión para los estribos (anillos) separados a 20 cm (ver sección transversal de la dala e isométrico en el plano No. 2)

El "colado" (vaciado de concreto) de la dala se hace preparando una mezcla de concreto de 14.71MPa (150 kg/cm²), utilizando dos sacos de cemento (bulto de 50 Kg), ocho botes de arena (de 18 litros), siete botes de grava y 1.5 botes de agua. Al vaciar el concreto en la dala, hay que picar con una varilla para evitar que queden huecos. La cimbra de la dala se quita después de 24 horas

- Muros de las cámaras o fosos

Los muros pueden construirse con tabique, block, piedra o ferrocemento.

Cuando se hacen con tabique o block, se desplantan sobre la dala y en cada una de las cuatro esquinas, se cruzan uno con otro, con objeto de reforzar las orillas y evitar la construcción de castillos. Para pegar el tabique, se utiliza mortero cemento-arena que se prepara con un bulto de cemento por 10 botes de arena cernida.

Cuando los muros alcancen 90 cm de altura, al centro de ambas cámaras se permite que sobresalga un tramo de tubo de PVC de 25 cm y 101.6cm (4") de diámetro, para adaptar un codo de PVC y poder acoplar el tubo de ventilación.

Terminados los muros, se construye otra dala sobre ellos con espesor de 7 cm, reforzando con alambre del número 10 o alambré y estribos a cada. 25 cm, a manera de escalerilla.

El aplanado de los muros se hace con un mortero cemento-arena utilizando 1.5 bultos de cemento y 5 botes de arena. Terminado el foso, se rellena la parte externa con material producto de la excavación, apisonándolo.

- Muros de ferrocemento

Se excavan los fosos de 114 cm de ancho por 224 cm de largo y 75 cm de profundidad, procurando que las paredes queden planas.

Se cimbra alrededor del foso por medio de tablas, separándolo siete centímetros de las paredes. En el centro se coloca otra cimbra para dividir las cámaras, la que debe ser de 10 cm de espesor.

Posteriormente, se corta la malla electrosoldada y se coloca en todas las paredes del foso, dejando una separación de 3.5 cm entre la pared, y la cimbra. Finalmente se hace el colado de concreto.

Se aplanan los muros del foso para impedir que entre o salga agua. Cuando la construcción es superficial, se aplanan tanto en su interior como en el exterior.

- Fondo de la cámara o fosos

El piso del foso debe quedar nivelado y cuando el agua subterránea se localice a más de 1.5 metros de profundidad, en el fondo se construye una cama de 15 cm de grava o piedra de río y sobre ésta, otra de arena de 5 cm. Si el manto freático se encuentra a menos de 1.5 metros, se hace un piso de concreto de 10 cm de espesor. El fondo de los fosos se construye de la misma forma para las tres variantes de construcción de la letrina seca de dos cámaras.

Es necesario también construir un filtro atrás de la letrina, de 30 cm de diámetro y 60 cm de profundidad. Este foso se rellena con grava, carbón y arena y en él se descargará la orina que conduce el separador.

- Losa

La losa se compone de cinco tapas de concreto de 50 cm por 140 cm de largo. Se construye considerando las especificaciones del plano No. 2, en el apartado Tapas.

Para construir las losas se prepara una cimbra en terreno plano y limpio, utilizando fajitas de madera de 5 cm de grosor y se forman rectángulos de 1.4 x 0.5 m. Se refuerzan con malla electrosoldada de 6x6, 6/6, contando los rectángulos al ancho y largo requerido.

Dos de las losas serán removibles y en ellas se colocaran agarraderas de alambón en ambos extremos. En las dos losas que llevan los asientos (tazas, W.C.), se dejan huecos de 30 cm de largo por 25 cm de ancho, en el centro de la losa como se observa en el Plano No.2, apartado de Tapas (2 piezas).

Para colar las losas se prepara una mezcla de concreto, utilizando un saco de Cemento, cuatro botes de arena, cuatro botes de grava y un bote de agua. Al vaciar la mezcla se debe picar y golpear con alguna madera para evitar el posible agrietamiento. Las losas se humedecen tres veces al día durante una semana.

Las losas se montan en las cámaras después de siete días las tres losas centrales se juntan con mortero para que queden fijas. Las dos restantes, quedan sobrepuestas y juntadas con mortero pobre (arena, cal y poco cemento), para que se puedan mover cuando sea necesario.

- Taza

Comunmente las tazas para letrina seca no se encuentran en el mercado por lo que se deben construir en la comunidad, siguiendo el proceso constructivo explicado en las Figuras 3 y 4.

- Caseta

La caseta debe ser construida por el usuario, con los materiales de la región que tenga a su disposición. Si la caseta se construye con tabique o block, se desplantan los muros alrededor de las tres losas fijas, cruzando los tabiques en cada una de las esquinas de la caseta y pegándolos con mortero (cemento, cal y arena).

Si se fabrica la caseta de madera o carrizo, se desplanta con postes (madera) a partir del terreno natural al borde del foso y dejando libre las losas laterales de cada losa para poder removerlas.

El techo de la letrina se puede construir con palma, zacate o láminas de cartón o galvanizadas, proporcionando una pendiente de aproximadamente 10%.

- Tubo de ventilación

Proceso para la instalación del tubo de ventilación se describe en la Figura 5.

- Brocal y cuneta

Retirada la cimbra, se construye un brocal de 30 cm de altura a partir del nivel del suelo con tres hileras de tabique, block o piedra, alrededor del foso, para evitar que entre agua. Se construye también un chaflán y cuneta, para desviar los escurrimientos pluviales.

En la Figura 9 se presenta el modelo de la letrina seca ventilada de dos cámaras.

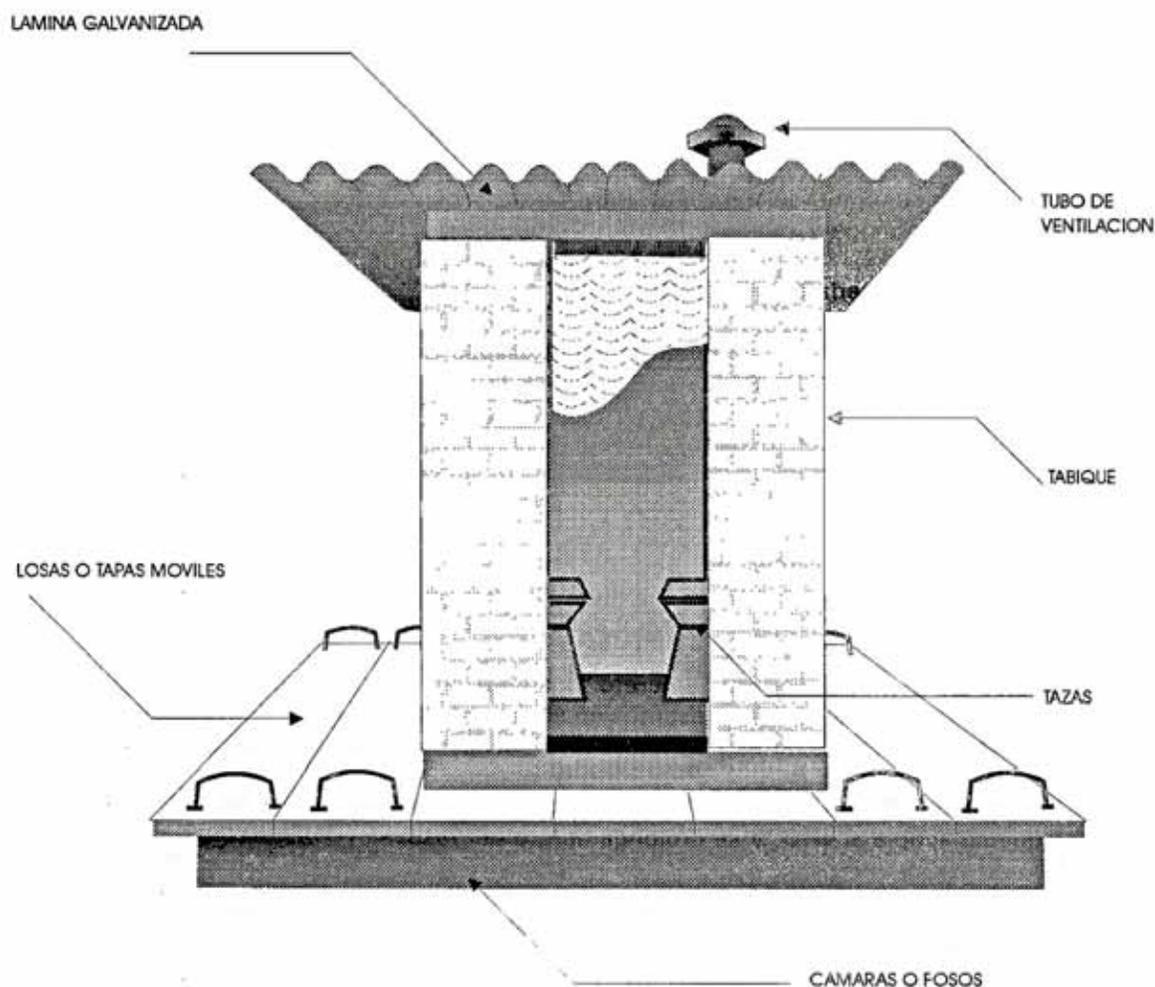


Figura 9 Letrina seca de dos cámaras

2.1.4 Letrina húmeda

La letrina húmeda con sello hidráulico de descarga manual, es una alternativa que proporciona un mejor nivel de servicio al usuario; excluye la posibilidad de malos olores y la proliferación de moscas al usar una taza o piso prefabricado de fibra de vidrio.

Es adecuada para lugares donde no hay escasez de agua, ya que se necesitan de 4 a 6 litros de agua por usuario cada vez que usa el sanitario.

Este tipo de letrina puede instalarse dentro o fuera de la vivienda. Se constituye básicamente de una losa de concreto o de fibra de vidrio, inodoro de sello hidráulico conexiones hidráulicas, tubo de ventilación y pozo de absorción, Se recomiendan dos modelos:

2.1.4.1 Letrina húmeda de pozo directo

Este modelo se construye fuera de la vivienda; el foso recibe directamente la excreta junto con el agua y el papel sanitario.

Se diseña siguiendo el procedimiento aplicado para letrinas secas ventiladas de un foso, considerando que la tasa de acumulación de sólidos en pozos húmedos es de 0.04 m³ por persona al año.

Se sugiere que las dimensiones del foso no sean mayores a un metro de diámetro y dos metros de profundidad, ya que las paredes del foso deben adermarse, utilizando los materiales regionales y estos se pierden al llenarse el foso.

La losa o piso puede ser de concreto de 1.40m por lado, considerando los procedimientos de construcción descritos en el plano de la letrina seca de dos cámaras o de fibra de vidrio. Cuando se usa esta losa, el diámetro del foso se reduce a 80 cm.

La conexión hidráulica se hace con un tubo de PVC de 10 cm de diámetro y 30 cm de largo que se acopla al W.C. y se prolonga dentro del foso.

El tubo de ventilación se instala siguiendo lo estipulado en el proceso Constructivo de letrinas secas.

La caseta puede ser construida con materiales al gusto y al alcance económico del usuario. En general la forma de la caseta es similar a las casas de la región. Este principio normalmente determina los materiales a emplear.

En las Figuras de la 10 a 12 se muestran algunos modelos de letrinas húmedas y de casetas.

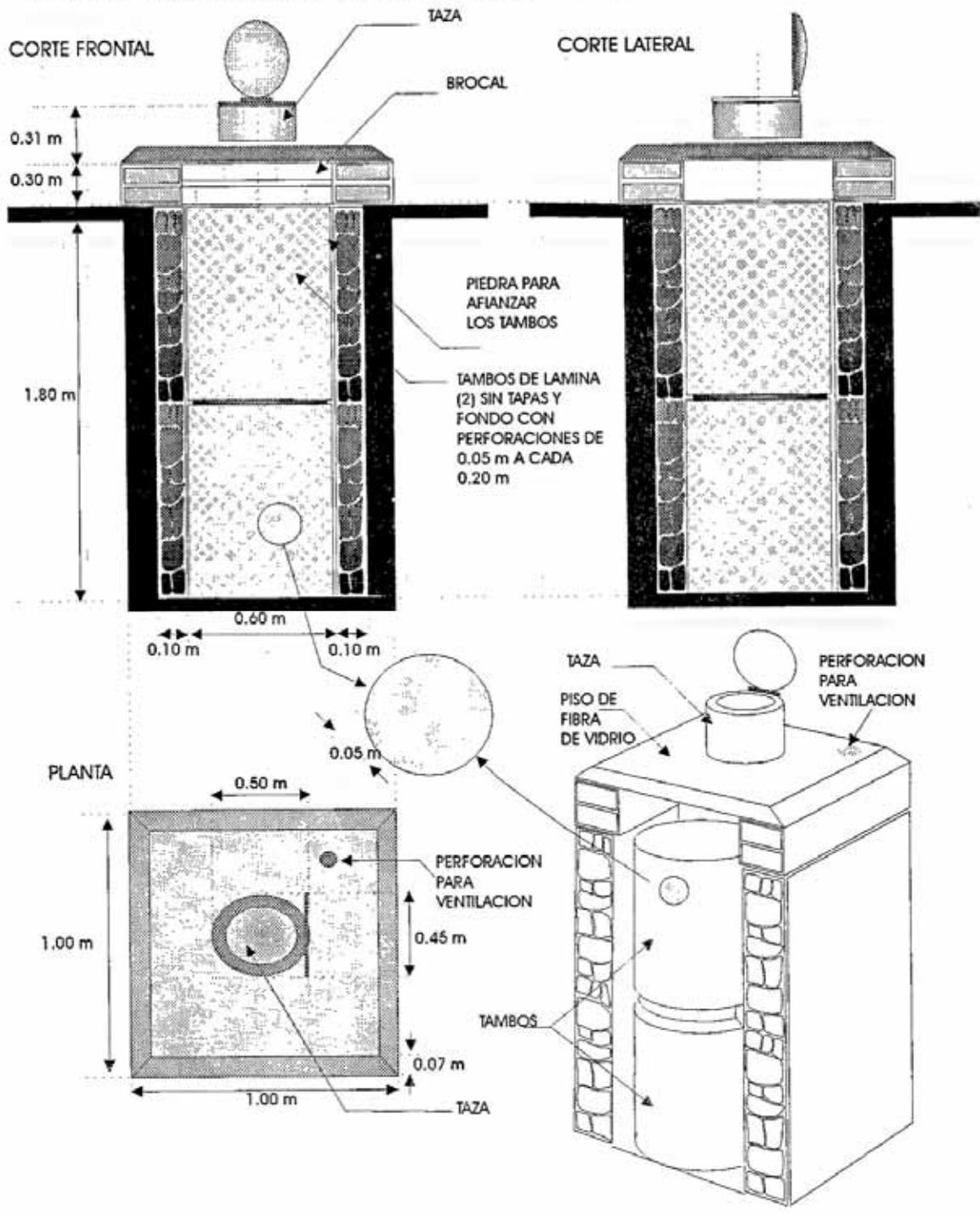


Figura 10 Letrina húmeda de pozo directo con piso de fibra de vidrio

2.1.4.2 Letrina húmeda de pozo adjunto.

Este modelo puede instalarse dentro de la vivienda, evitando una caseta separada. Se recomienda cuando se cuenta con instalaciones hidráulicas en la vivienda y el usuario desea tener el servicio en el interior de la vivienda.

- Materiales.

Para construir este modelo se necesita una taza (W.C.) convencional, un codo de PVC de 90° y 10 cm de diámetro, dos tubos de seis metros del mismo material y diámetro, un tubo de PVC de cinco centímetros de diámetro y tres metros de longitud para la ventilación, pegamento para PVC, construcción de un registro de 40 cm de ancho por 80 cm de largo y 60 de profundidad y un foso de un metro de diámetro por dos metros de profundidad que se excava entre cinco y 10 metros de distancia de la vivienda.

- Instalación.

Consiste en conectar el codo de PVC a la taza y unirlos con pegamento en un tramo de tubo que se descarga al registro fuera de la vivienda.

El tubo de ventilación se acopla al registro para la salida de gases y olores.

El registro se conecta al pozo de absorción siguiendo la pendiente del terreno. El tubo de salida se instala a cinco centímetros de desnivel con relación al de entrada y debe quedar tapado.

El pozo de absorción debe ademarse y protegerse de los escurrimientos mediante la construcción de un brocal y tapa.

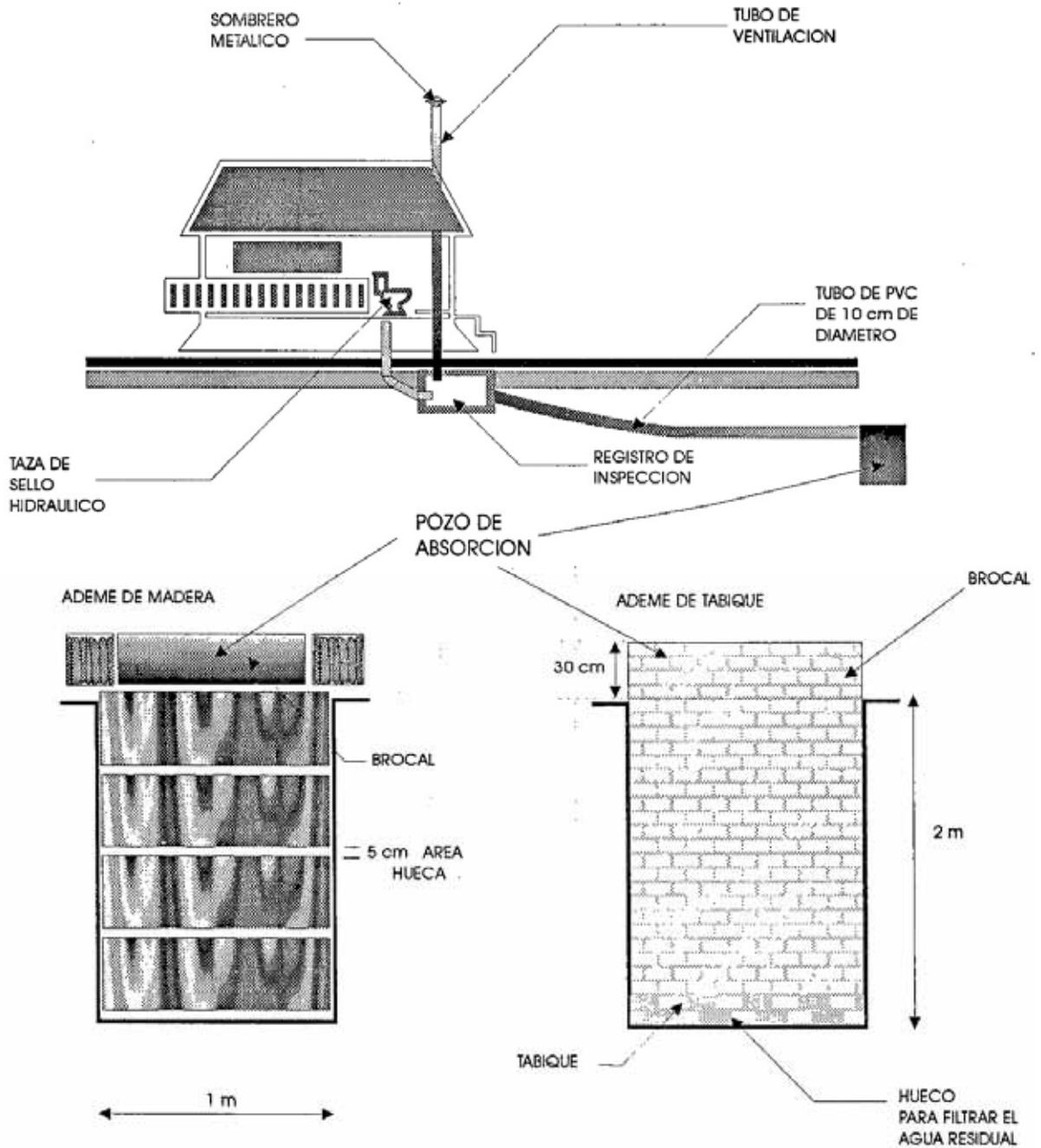
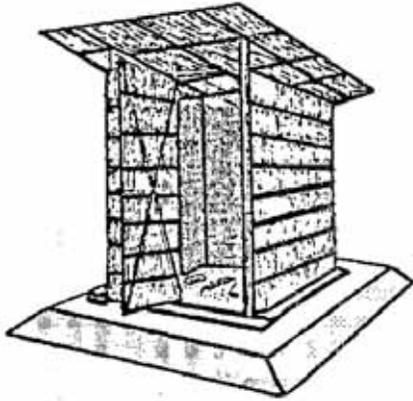


Figura 11 Letrina húmeda de pozo adjunto

MUROS DE MADERA Y TECHOS DE PALMA



MUROS DE TABIQUE Y TECHOS DE LAMINA



MUROS DE MADERA Y TECHOS DE LAMINA



Fuente: Adaptado de SAHOP: " Métodos no convencionales para la eliminación de desechos sólidos", 1980.

Figura 12 Modelos de casetas

2.2 SANITARIO CON ARRASTRE HIDRÁULICO

El sanitario con arrastre hidráulico es un sistema para tratar aguas residuales domésticas.

Proporciona un excelente servicio en localidades que tienen red de agua entubada o que cuentan con norias o pozos, pero que carecen de drenaje. El factor económico es el que principalmente limita su instalación.

Este sistema de tratamiento está constituido por taza y tapa (W.C.), registro, tubos de PVC para drenaje y ventilación, tanque séptico, cámara de distribución, pozo de absorción o zanjas de filtración. En la Figura 13, se muestran los componentes del sanitario hidráulico.

2.2.1 Tanque séptico.

Un tanque séptico es un depósito rectangular donde se vierten las aguas residuales domésticas para tratamiento y se compone de una, dos o tres cámaras, usualmente ubicadas bajo el nivel del suelo.

El objetivo del tanque es recibir las excretas y las aguas grises domésticas, con la finalidad de que los sólidos se sedimenten y sufran digestión anaeróbica en un tiempo de retención que varía de 24 a 72 horas.

El tanque y la zanja de absorción no deben construirse cerca de edificios, cuerpos de agua o Árboles grandes, que por medio de sus raíces, puedan dañar las instalaciones.

Los tanques sépticos son útiles para una o varias familias, escuelas, edificios, hoteles, etc, que cuenten con abastecimiento de agua continuo, así como con suficiente terreno permeable.

En la Tabla 3 se presentan las distancias mínimas para la localización del tanque y zanjas de absorción.

Tabla 3 Distancias mínimas del tanque séptico y zanjas de infiltración

Zonas a proteger	Tanque séptico	Zanja de filtración
	(m)	(m)
Edificios	1.5	3.0
Perímetro de la propiedad		
Pozos	1.5	1.5
Ríos	15.0	15.0
Toma de agua potable	15.0	15.0
Árboles grandes		
	3.0	3.0
	3.0	3.0

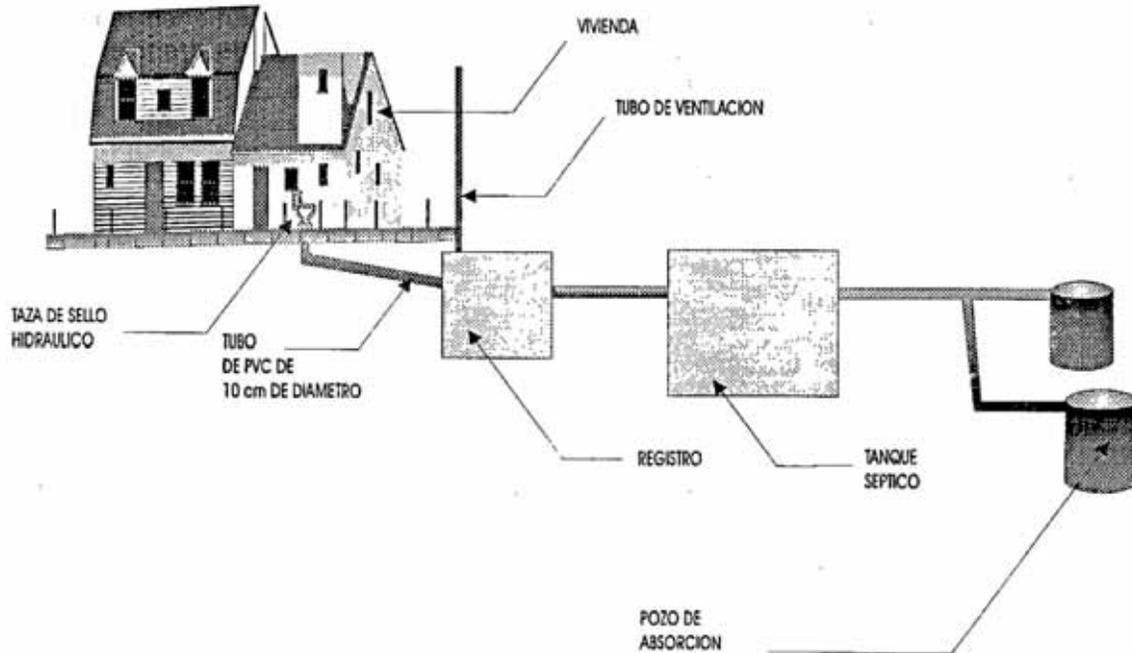


Figura 13 Componentes del sanitario hidráulico

2.2.1.1 Modelos de tanques sépticos

Aunque existen diferentes modelos, los tanques sépticos tradicionales de un solo compartimiento o cámara son los más baratos y fáciles de construir. En las Figuras 14 a 16, se presentan los modelos más comunes de tanques sépticos.

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (CEPIS), La Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), reportan que el tanque de dos cámaras logra mejor rendimiento en el que se refiere a reducción de patógenos y sólidos en suspensión y recomienda que el primer compartimiento tenga dimensiones del doble del segundo.

El tanque de dos cámaras tiene un costo mayor, pero tiene la ventaja de que se limpia con menor frecuencia que el de una cámara y logra un mejor tratamiento del agua residual.

Los tanques sépticos de tres cámaras se recomiendan para lugares públicos y donde la extensión del terreno es la principal limitante para disponer el efluente. En este caso, el agua de inodoros es descargada al primer compartimiento mientras que las aguas grises (jabonosas) se envían al tercero.

2.2.1.2 Procesos internos del tanque séptico.

- Separación de sólidos

La densidad de los sólidos y la reducción de la velocidad del flujo hace que estos se depositen en el fondo del tanque séptico, por lo que el afluente se clarifica. Cuando no

se lleva a cabo un mantenimiento adecuado, los sólidos pueden salir en el efluente y atascar el campo de absorción.

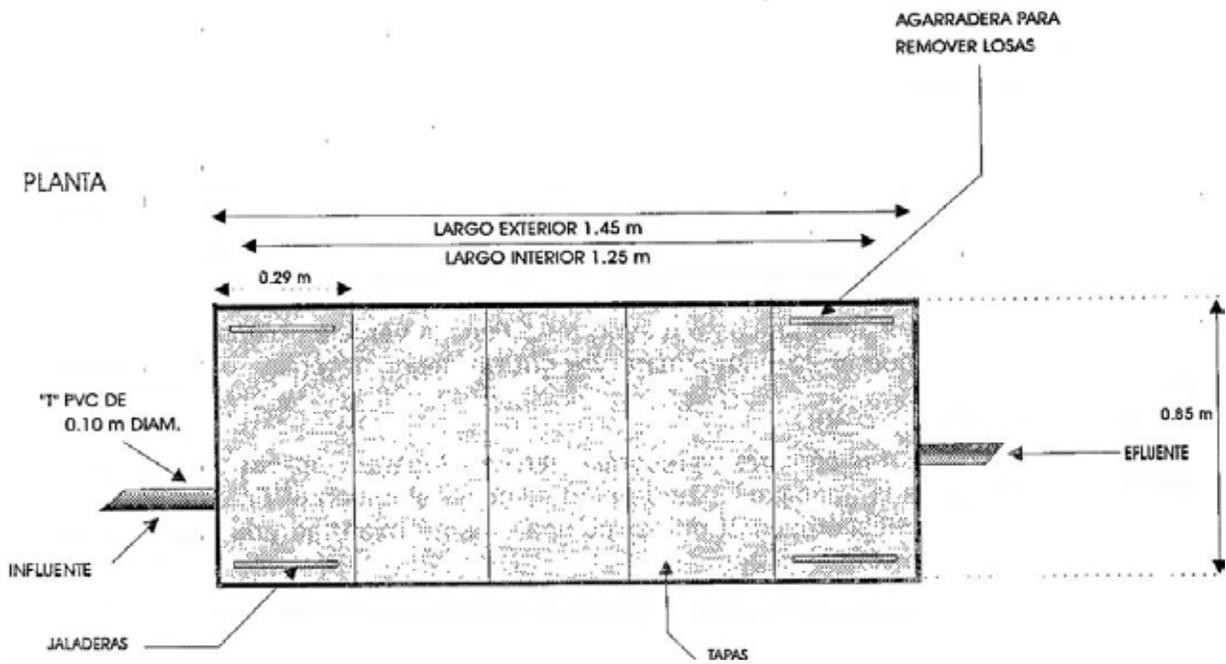
- Digestión de los lodos

Los sólidos y líquidos son sometidos a descomposición por la acción de las bacterias anaerobias y por los compuestos que se producen (dióxido de carbono y metano). Esta descomposición que prospera teóricamente sin oxígeno libre, es llamada "séptica".

La velocidad del proceso de digestión se incrementa a temperaturas altas, de 30 a 35° C. El uso de grasas, aceites y desinfectantes disminuyen la rapidez de la digestión de lodos.

- Estabilización del líquido

Los cambios químicos que sufre el líquido en el tanque séptico, no afectan a los patógenos. El afluente que se envía al campo de absorción contiene un número alto de bacterias patógenas infecciosas, por lo que no se debe usar en riego ni descargarse directamente a un cuerpo receptor de agua.



SECCION VERTICAL

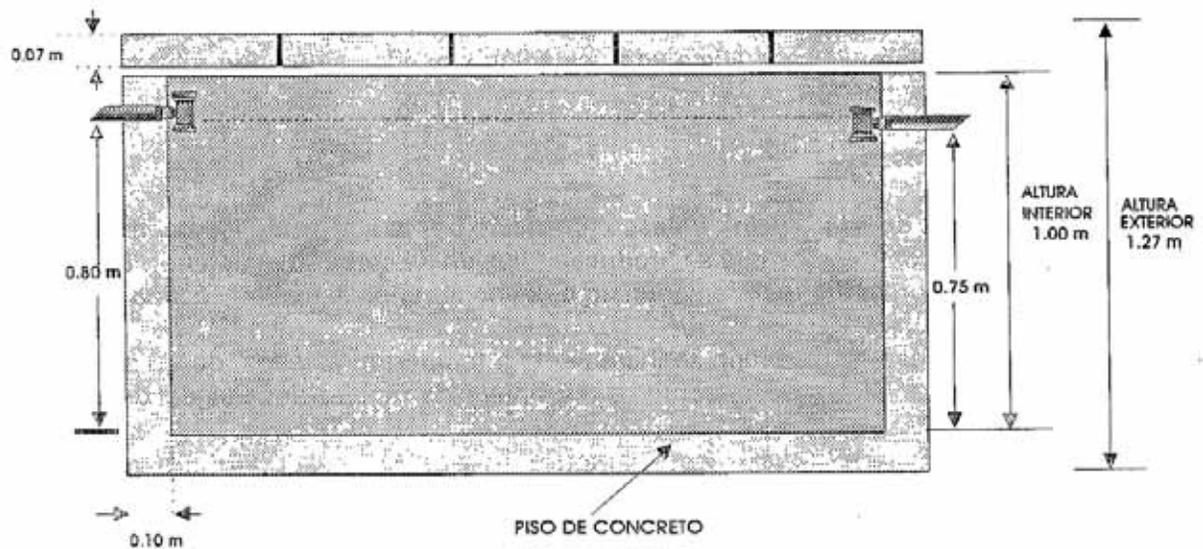
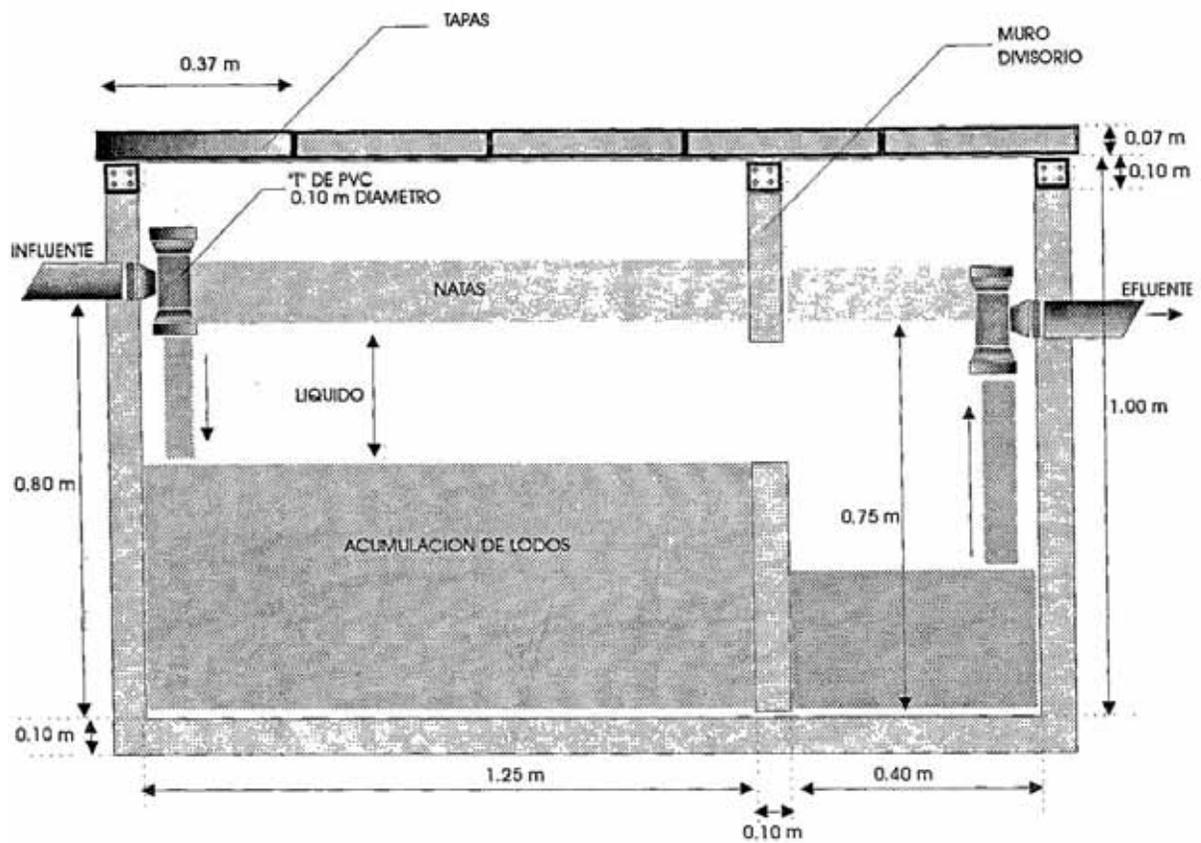


Figura 14 Tanque séptico de una cámara

SECCION VERTICAL



PERSPECTIVA DIMENSIONAL

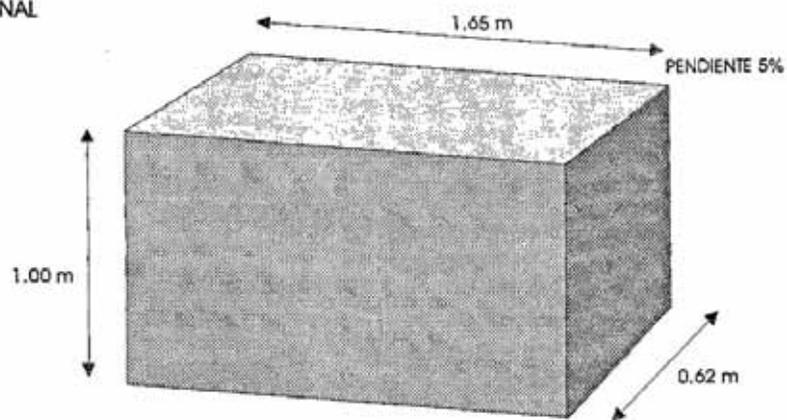
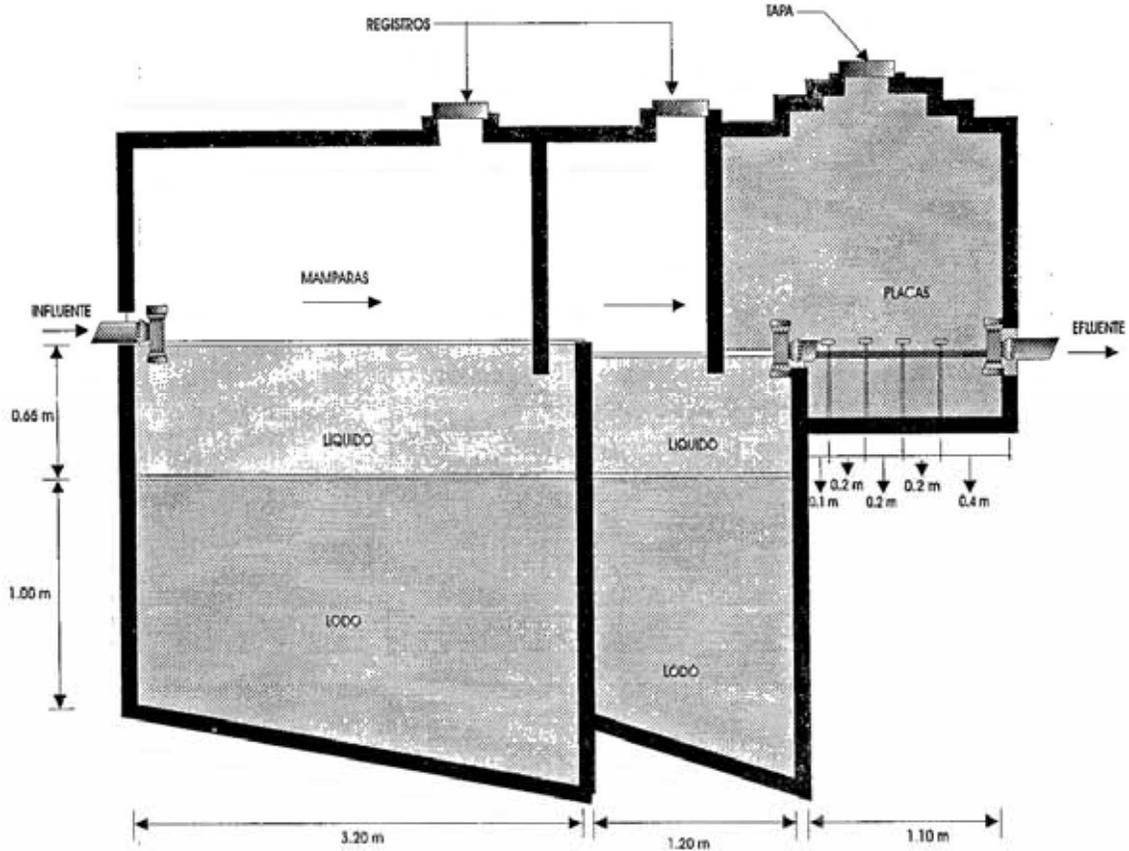


Figura 15 Tanque séptico de dos cámaras

SECCION



Diseño para 60 usuarios (IMTA 1992).

Figura 16 Tanque séptico de tres cámaras

2.2.2 Disposición del efluente

La disposición del efluente se efectúa después de la sedimentación del agua residual y de la transformación de la materia orgánica en el tanque séptico.

Como se indicó anteriormente, el efluente contiene concentraciones altas de materia orgánica, nutrientes y un gran número de patógenos, por lo que no debe descargarse directamente al suelo o a cuerpos de agua. Se recomienda hacerlo a zanjas de filtración o pozos de absorción.

Antes de diseñar un sistema subterráneo para eliminar aguas negras, es necesario hacer la prueba de absorción en el suelo y calcular el área requerida (ver dimensiones de las cámaras de lodos que esta mas adelante).

Si no se hace la prueba de absorción, se puede utilizar la tasa promedio de filtración de suelos permeables que para este caso es de 20 litros por metro cuadrado por día. El nivel freático debe estar por lo menos a 1.5 metros debajo del fondo de la zanja o pozo de absorción.

Para filtrar el efluente, pueden considerarse dos opciones: las zanjas de filtración y los pozos de absorción.

2.2.2.1 Zanjas de filtración

El sistema de zanjas es el método más económico y fácil de construir para mejorar el efluente de un tanque séptico por medio de filtración.

Este sistema no es adecuado si el suelo es rocoso, arcilloso, pantanoso o el nivel freático estima menos de 1.5 m; además, la disposición del efluente por medio de zanjas dependerá del tamaño del predio, ya que se necesita un área de 1m² por 20 litros de agua residual.

Las zanjas de absorción se construyen comúnmente con las siguientes medidas:

- Profundidad de 60 a 100 cm
- Ancho de 30 a 60 cm
- Largo 30 m
- Separación entre zanjas 1.80 m

Cuando no se puedan construir zanjas, porque los predios son pequeños, se recomienda construir pozos.

2.2.2.2 Pozos de absorción

Consiste en una excavación en el suelo, por lo general de 1 por 1m y mínimo dos metros de profundidad, al cual se conducen las aguas negras provenientes del tanque Séptico.

El pozo de absorción se recomienda para filtrar los efluentes de tanques sépticos en terrenos pequeños (lotes). El pozo debe ademarse con tabique, block o piedra, dejando huecos entre estos, para permitir la filtración del liquido en el subsuelo (ver Figura 11).

Si no se puede ademar por falta de recursos económicos u otra causa, se recomienda llenar el pozo hasta 3/4 de su altura con desperdicios de botes, botellas (vidrio), plástico, llantas y piedra, con objeto de que el pozo no se derrumbe, además de formar huecos entre este material, para que se distribuya el líquido en el subsuelo.

Su pozo debe tener una cubierta (tapa ó losa) que pueda construirse de concreto con un espesor de siete centímetros. A la losa se le deja un registro de inspección de 60 x 60 cm. La losa o tapa se coloca sobre un brocal que se construye alrededor del pozo, para evitar la penetración de líquidos que no procedan del tanque séptico; el brocal puede construirse siguiendo las indicaciones para las letrinas.

Cualquiera que sea la causa por la cual el pozo se llene (que suba el nivel del agua), no existe posibilidad práctica y/o económica para efectuar una limpieza. En este caso, se deberá construir otro pozo.

3. DISEÑO

3.1 DISEÑO DE LETRINAS

3.1.1 Criterios de diseño

El foso es el lugar donde se degrada, digiere o descomponga las funciones:

- La descomposición de los sólidos (excretas y papel), mediante la degradación efectuada por bacterias aerobias con presencia de oxígeno)
- La absorción o infiltración de la fase líquida de la excreta y la orina

En el foso se producen gases que salen por el tubo de ventilación o por el orificio de la taza.

Cuando el foso se sella, la descomposición se origina por una reacción química llamada "deseccación alcalina". Mediante esta reacción los compuestos alcalinos que se añadieron al foso durante su uso (cal o ceniza), quitan el agua a los organismos vivos presentes en el excremento, provocando su destrucción.

Sin embargo, la digestión anaeróbica que prevalece en esas condiciones, no remueve la totalidad de sólidos, por lo que se acumulan con una tasa que varía de 0.03 a 0.06 m³ por persona por año en fosos secos.

En fosos húmedos, la tasa de acumulación es menor de 0.02 a 0.04. m³ por persona al año, ya que la degradación es más rápida bajo estas condiciones.

Para propósitos de diseño, la capacidad o volumen requeridos, V_r , de un foso depende de los siguientes factores:

- Tasa de acumulación de sólidos, S (0.04 y 0.06 m³/persona/año), en fosos húmedos y secos, respectivamente.
- Número de usuarios, P .
- Años de vida útil, A (se recomienda de 5 a 10 años). En lo posible, no se deben construir fosos pequeños, puesto que se incrementan los costos anuales de las letrinas.
- Factor de volumen vacío, $V_v = 1.33$. En el foso se requiere un, espacio vacío para ser llenado con tierra y basura; se usa el valor de 1.33 porque la letrina se sella cuando la excreta ocupa tres cuartas partes del volumen.

- Dimensiones

Los fosos cuadrados no deben tener un área mayor de 1m^2 y los rectangulares no rebasan las dimensiones de 1 m de ancho por 1.5 m de largo.

El volumen requerido, V_r , es igual al producto de la tasa de acumulación de sólidos, S , por el número de usuarios, P , por años de vida, útil, A , por el factor del volumen vacío, V_v , por lo que :

$$V_r = (S) (P) (A) (V_v), \text{ en } \text{m}^3 \quad (1)$$

La profundidad del foso, H , se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H = V_r / B, \text{ en } \text{m} \quad (2)$$

Donde B es el área de la base del foso, en m^2 .

Ejemplo:

Calcular el volumen requerido y la profundidad de fosos de 1m^2 de área, con tasas de acumulación de $0.06\text{m}^3/\text{persona}/\text{año}$. y una vida útil de 5 y 10 años, que pueden usar familias de 2,4,6,8 y 10 usuarios, respectivamente.

Tabla 4. Volumen requerido y profundidad de fosos para familias de 2 a 10 usuarios considerando un área de 1m^2

NUMERO DE USUARIOS P (hab)	TASA DE ACUMULACION DE SOLIDOS S ($\text{m}^3/\text{hab}/\text{año}$)	ANOS DE VIDA UTIL A (año),	FACTOR DE VOLUMEN VACIO Vv	VOLUMEN REQUERIDO Vr (m^3)	PROFUNDIDAD DEL FOSO H (m)
2	0.6	5	1.33	0.8	0.8
4	0.6	5	1.33	1.6	1.6
6	0.6	5	1.33	2.4	2.4
8	0.6	5	1.33	3.2	8.2
10	0.6	5	1.33	4.0	4.0
2	0.6	10	1.33	1.6	1.6
4	0.6	10	1.33	3.2	3.2
6	0.6	10	1.33	4.8	4.8
8	0.6	10	1.33	6.4	6.4
10	0.6	10	1.33	8.0	8.0

La selección de cualquier opción dependerá del área del predio y de los recursos económicos con que cuente el usuario.

3.2 DISEÑO DEL TANQUE SÉPTICO

Un tanque séptico debe tener la capacidad para remover casi todos los sólidos sedimentables en un tiempo de retención de 24 a, 72 h.

Normalmente tres cuartas partes del tanque se usan para almacenar los sólidos y la nata cloacal; por lo tanto, el tamaño del tanque séptico debe basarse en una retención inicial de tres días. Se sugiere la forma rectangular con una longitud igual al doble o triple del ancho.

En el periodo de retención los sólidos ligeros y las grasas forman una costra o nata gruesa, la cual puede fluir a través de una salida localizada inmediatamente debajo de la capa de grasas, o podrían ser interceptadas mediante una trampa para grasas que se construye antes del tanque séptico.

Se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones en el diseño de un tanque Séptico:

- El volumen liquido generado, V_g , dado en l / hab./día.

El V_g de aguas residuales por persona por día se estima en el 70% del consumo por habitante por día.

El 30% restante se considera que se gasta en la preparación de alimentos, consumo directo, aseo de la vivienda y la que absorbe la ropa en el lavado.

Por lo tanto, el volumen diario de líquido V_d que almacena un tanque séptico está dado por el producto del V_g por el número de usuarios, P .

$$V_d = (V_g) (P) \text{ en L/día o m}^3/\text{día} \quad (3)$$

La OPS/OMS considera que para garantizar una vida sana en comunidades rurales, es necesario una dotación mínima de 45 a 50 litros por habitante por día, si se usan hidrantes públicos.

Cuando el suministro se hace por medio de tomas domiciliarias, se considera un promedio de 90 a 100 L/ hab./ día.

- Aportación de sólidos

Considera que la aportación de sólidos, S , es de 70 g/ día/ hab., por lo que podemos estimar que el volumen de sólidos diarios, V_{sd} , que se acumulará en el tanque estará dado por el producto de S por el número de usuarios, P :

$$V_{sd} = (S)(P) \text{ en g/día o kg/día} \quad (4)$$

Se considera que el V_{sd} aportado tiene una densidad de sólidos, D_s , de 1200 kg/m³

- Tiempo de limpieza de sólidos

El tanque séptico debe limpiarse antes de que la acumulación de sólidos llegue al tubo de salida. Si estos alcanzan la salida el tiempo de retención disminuye y el agua residual arrastrará los sólidos al campo de absorción, atascando el sistema.

Se recomienda que en el diseño de un tanque séptico se consideren tiempos de limpieza, TI, de 3 a 5 años.

El TI está en función del volumen de sólidos anuales, V_{sa} , que almacene el tanque, el cual puede estimarse por el producto de V_{sd} , por 365 día/año y dividido por D_s :

$$V_{sa} = (V_{sd})(365)/D_s \text{ en m}^3/\text{año} \quad (5)$$

- Dimensiones de las cámaras

Se recomienda que la profundidad efectiva, H , que, es la distancia del tubo de salida al fondo del tanque más el espacio requerido para las natas, sea de 1 a 1.5 m para facilitar su mantenimiento, mientras que la longitud, l , debe ser igual al doble o triple del ancho, a .

La primera cámara se diseña para retener el 75%:de los sólidos, por lo que el volumen de la cámara, V_{c1} , es igual al 75% del V_{sa5} (volumen de sólidos en cinco años)

$$V_{c1} = 0.75 V_{sa5} \quad (6)$$

Donde $V_{sa5} = 5 V_{sa}$

El diseño de la segunda cámara se calcula para retener el 25% de los sólidos por lo tanto el volumen de la cámara, V_{c2} , será igual al 25% del V_{sa5} :

$$V_{c2} = 0.25 V_{sa5} \quad (7)$$

- Medidas de las cámaras

La geometría de las cámaras se calcula considerando que el largo l , es igual al doble del ancho a :

$$l = 2a \quad (8)$$

Y la profundidad, $H = 1$ m. Para, calcular a :

$$V_{c1} = (A) (H) \quad (9)$$

$$A, = V_{c1}/H, \text{ en m}^2 \quad (10)$$

$$\begin{aligned} A, &= (a)(l) \\ &= (a) (2a) \\ &= 2a^2 \end{aligned} \quad (11)$$

$$a= A/2 \text{ en m} \quad (12)$$

Ejemplo:

Diseñar un tanque séptico para una vivienda que tiene 8 ocupantes. El total del agua residual se conduce al tanque séptico y el suministro o gasto por persona por día es de 90 L/hab/día.

Paso 1 Datos generales del diseño

- Profundidad efectiva, $H = 1\text{m}$.
- Longitud de la primera cámara, l_1 , el doble o triple del ancho
- Usuarios (P): 8 personas
- Dotación de agua: 90 L/hab./día
- Aportación de sólidos por persona(S): 70 g/día
- Densidad de sólidos (D_s): 1200 kg/m^3
- Tiempo de retención (T_r): 24 horas
- Tiempo de limpieza (T_l): 5 años

Paso 2.- Volumen diario de liquido generado, V_d

El volumen generado por persona por día, es igual al 70% de la dotación de 90 l/hab./día , $V_g = 63\text{ l/hab./día}$

:

Entonces:

$$V_d = (V_g) (P) = (63) (8) = 504\text{ l/día} = 0.504\text{ m}^3/\text{día}$$

Paso 3, Aportación de sólidos

Sólidos por persona por día (S): $70\text{ g/hab/día} = 0.070\text{ kg/hab/día}$

Volumen de sólidos diarios (V_{sd}):

$$V_{sd} = (S) (P) = (0.070) (8) = 0,56\text{ kg/hab/día}$$

Volumen de sólidos anuales, V_{sa} :

$$V_{sa} = (V_{sd}) (365)/D_s = 0.56 \times 365 /1200 = 0.170\text{ m}^3/\text{año}$$

Volumen de sólidos en 5 años:

$$\begin{aligned} V_{sa.} &= (V_{sa}) (5) = 0.170 \times 5 \\ &= 0.85\text{ m}^3/5\text{ años} \end{aligned}$$

Paso 4.- Dimensiones de las cámaras de lodos

Volumen de la primera cámara, V_{c1} , para retener el 75% de sólidos

$$V_{c1} = 0.75 (V_{sa5}) = (0.75)(0.85) = 0.6375\text{ m}^3$$

Volumen de la segunda cámara, V_{c2} , para retener el 25% de sólidos

$$V_{c2} = 0.25 (V_{sa5.}) = (0.25)(0.85) = 0.2125\text{ m}^3$$

Dimensiones de las cámaras:

Ancho = a largo = 2a profundidad o altura, H=1 m

Longitud de la primera cámara, l:

$$Vc1=(A1) (H)$$

$$A1= Vc1 / H = 0.6375/1 = 0,6375 \text{ m}^2$$

Por otro lado, de la ecuación 12:

$$a= A1/2 = \sqrt{0.6375/2} = 0,5645 \text{ m}$$

$$l = 2a = (0.5645)(2) = 1.129 \text{ m}$$

Longitud de la segunda, cámara, b:

Dado que:

$$a = 0.5645 \text{ m}; H = 1.0 \text{ M}; VC2 = 0.2125 \text{ m}^3$$

Entonces:

$$VC2= (A2)(H)$$

$$A2= VC2 /H = 0.2125/1 = 0.2125 \text{ m}^2$$

$$A2= (b) (a); b = A2/a$$

$$b = 0.2125/0.5645 = 0.3764 \text{ m}$$

Volumen del líquido, Vc:

Tiempo de retención (Tr) = 24 horas

Primera cámara = 18 horas

Segunda cámara = 6 horas

Volumen del líquido de la primera cámara (VI1)

$$VI1= (0.75) (V d)$$

$$= (0.75)(0.504) = 0.378 \text{ m}^3 /\text{día}$$

Por otro lado:

$$a = 0.5645 \text{ m}, l = 1.129 \text{ m}$$

$$HI1= VI1 / A1$$

$$A1 = (l) (a) = (1.129)(0.5645) = 0.6373 \text{ m}$$

$$HI1 = 0.378/0.6373 = 0.5931 \text{ m}$$

Volumen líquido de la segunda cámara:

$$VI2 = (0.25) (Vd)$$

$$VI2 = (0.25)(.504) = 0.126 \text{ m}^3 /\text{día}$$

Dado que:

$$a = 0.5645 \text{ m y } b = 0.3764 \text{ m}$$

$$HI2 = VI2 / A2$$

$$A2 = (b) (a) = (0.3764)(0.5645)=0.2124 \text{ m}$$

$$H12 = 0.126 / 0.2124 = 0.5932: \text{ m}$$

Para tener una idea de cómo quedará el sistema, se recomienda ver las Figuras 14 y 15

3.2.1 Diseño de zanjas de filtración

El campo de absorción (lugar donde se construyen zanjas o pozos) se compone por mínimo de dos zanjas o un pozo. Para construir zanjas, se recomiendan dos tipos de diseño: distribución en serie o distribución en paralelo.

- Distribución en serie

Consiste en un grupo de zanjas conectadas en serie mediante tubos. Cada zanja funciona

hasta su saturación y pueden construirse en cualquier tipo de terreno (ver Figura 17).

- Distribución en paralelo

Es un conjunto de zanjas interconectadas paralelamente por medio de tubos en un sistema continuo como se observa en la Figura 18. Se recomienda para terrenos planos.

Para un campo de absorción por medio de zanjas, es necesario el siguiente material:

- Tubo de PVC sanitario de 6 m de longitud y 10 cm de diámetro para conducir el efluente del tanque séptico a las zanjas de absorción. La cantidad de tubos depende de la distancia del tanque al campo de absorción.
- Tubo de PVC de 6 m de longitud, de 5 cm de diámetro, los necesarios de acuerdo a la longitud de las zanjas. A los tubos se les hacen agujeros de 1.5 cm de diámetro en la parte que se asienta en la grava, separados por 20 cm en forma de tres bolillo.

- Dimensiones de la zanja

La zanja se excava usualmente con un ancho de 30 a 60 centímetros y una profundidad efectiva de 60 a 100 centímetros, con una pendiente de hasta 5%. Se recomienda una longitud máxima de 30 m para las zanjas.

- Relleno de zanjas

Normalmente se usa tezontle o grava, de 2 a 5 centímetros de diámetro y tierra producto de la excavación de la zanja.

La zanja se llena formando camas de grava o tezontle de 15 a 30 cm de espesor en el fondo. Se coloca encima el tubo perforado y otras camas de 10 cm de tezontle y 10 cm de arena. Finalmente se coloca una capa de tierra, que se compacta con alguna herramienta pesada.

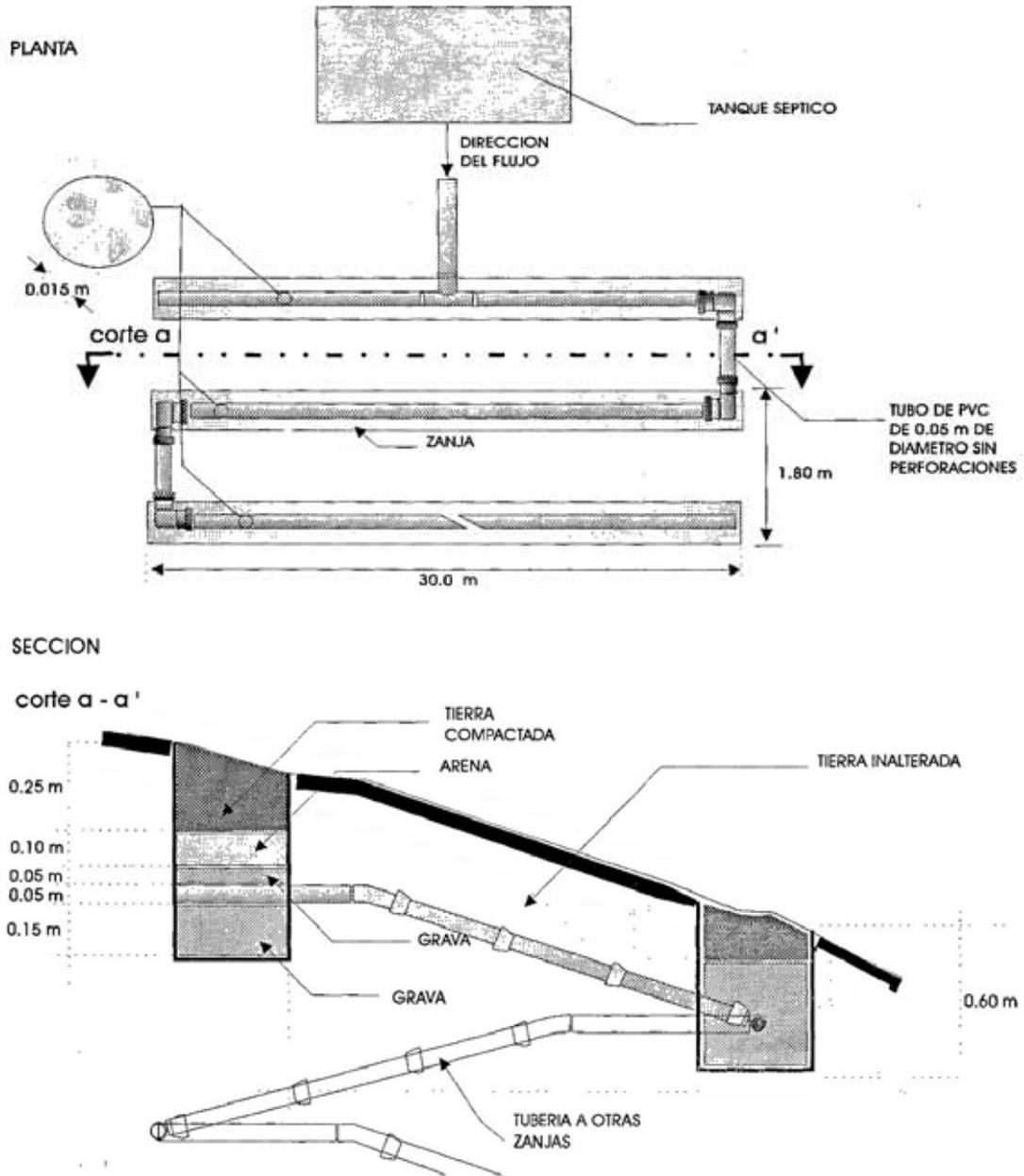


Figura 17 Zanjas de filtración en serie

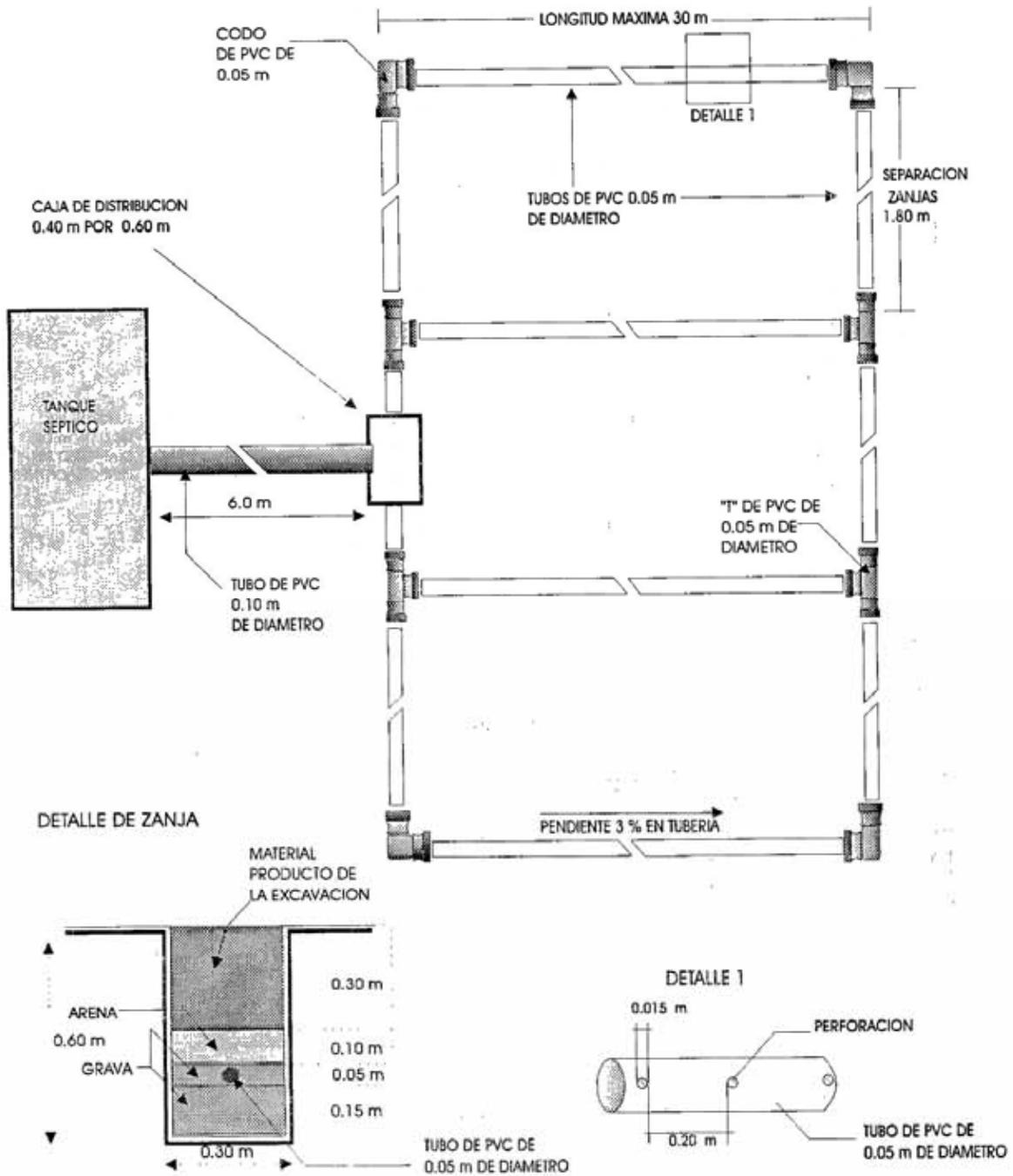


Figura 18 Zanjas de filtración en paralelo

Ejemplo:

Determinar el Área de drenaje y la longitud de las zanjas para filtrar un volumen diario, V_d , de aguas residuales de 504 litros, si la tasa de filtración, T_f , es de 20 l/m²/día y la profundidad efectiva de la zanja, P_e , es de 0.60 m.

Datos de Diseño

- Tasa de filtración, $T_f = 20 \text{ L/m}^2/\text{día}$
- Volumen diario de aguas residuales, $V_d = 504 \text{ L/día}$, generado por 8 personas
- Lados de infiltración de la zanja = 2'
- Profundidad efectiva, $P_e = 0.60 \text{ m}$

El Área requerida se calcula de la siguiente manera:

$$A_r = V_d / T_f = 504 / 20 = 25.2 \text{ m}^2$$

La longitud de la zanja, l_z , se calcula a partir de la ecuación del Área de drenaje:

$$A_d = (2l_z) (P_e)$$

Despejando

$$l_z = A_d / (P_e) (2) = 25.2 / 0.60 (2) = 22 \text{ m}$$

Considerando que los parámetros básicos de diseño son:

- Mínimo de zanjas: 2
- Profundidad: de 0.60 a 1.00 m
- Ancho: de 0.30 a 0.60 m
- Largo: 30 m
- Separación entre zanjas: 1.80 m

Si el terreno es suficientemente largo, el campo de absorción consistirá en una zanja de filtración de 22 m de longitud y 0.60 m de ancho.

- Generalmente no se considera el fondo de la zanja como Área de filtración porque se tapa (colmata) rápidamente.

3.2.2 Diseño de pozos de absorción

Los pozos se pueden construir en predios pequeños, donde no existe suficiente espacio para las zanjas.

Los pozos pueden ser de forma circular, cuadrada o rectangular y deben localizarse en terreno poroso que no se inunde, para que el efluente del tanque se infiltre a través de la pared y del fondo del pozo, aunque este último se satura (colmata) en poco tiempo (2-3 meses).

La pared puede ademarse con ladrillos o piedra en hileras alternadas, de manera que queden huecos para la filtración del agua hacia el suelo. El CEPIS y Banco Mundial (BM)(1988), recomiendan que los pozos tengan de 1.5 a 3.5 m de diámetro y de 3 a 6 m de profundidad.

Ejemplo:

Determinar el tamaño del pozo que se requiere para disponer del efluente de un tanque séptico que recibe un volumen diario de aguas residuales de 504 L/día. La tasa de filtración (Tf) del suelo se estima en 20 L/m²/día y el diámetro es de 1.5 m.

Datos de diseño

- Volumen diario de aguas residuales, Vd = 504 L/día
- Tasa de infiltración, Tf = 20 L/m² /día

Determinar el área de huecos requerida, aH, en las paredes del pozo:

$$K = \text{área de huecos} / \text{área de ladrillos}$$

Si $K = 0.5$, $A_h = (K) (\pi) (D)$

Donde:

$$\pi = 3.1416$$

D = diámetro del pozo

H = altura del pozo

$$A_h = V_d / T_f = 504/20 = 25.2 \text{ m}^2$$

Determinar la altura del pozo

$$A_h = (K) (\pi) (D) (H)$$

Entonces:

$$H = A_h / (K) (\pi) (D)$$

Sustituyendo, se obtiene:

$$H = 25.2 / (0.5)(3.1416)(1.5) = 10.695 \text{ m}$$

Considerando las recomendaciones del CEPIS y BM, se necesitarán dos pozos de 5.4 m de altura por 1.5 m de diámetro o tres pozos de 3.5 m de altura por el mismo diámetro.

4. CONSTRUCCION, OPERACION Y MANTENIMIENTO

4.1 CONSTRUCCIÓN

Las acotaciones para construir la letrina seca ventilada de dos cámaras aparecen en los planos 1 y 2.

4.1.1 Materiales necesarios para la letrina seca ventilada de foso Profundo Con dimensiones de 1 x 1 x 1 m:

Parte de la letrina	Material	Cantidad	Unidad
Brocal de tabique	Tabique 6x12x24	65	Pza
	Calhidra	5	kg
	Arena	1 ¾	Bote
Chafliin	Calhidra	8	kg
	Arena	3.5	Bote
Losa de concreto (*)	Cemento	2/3	Bulto
	Grava	2 2/3	Bote.
	Arena	2 ¼	Bote
	Varilia No. 3 de 12 m (**)	1 ¾	Pza
	Alambre recocido	0.25	kg
Taza	Cemento	5	Kg
	Grava	½	Bote
	Arena	¼	Bote
Ventilación	Tubo PVC	4" Ø 3	m
	Codo PVC	4" Ø 1	Pza
	Sombrero de lámina	1	Pza
	Pintura exteriores (negro mate)	¼	l
	Brocha 2"	1	Pza
	Aguarras	1/4	l
	Techo	Lámina de cartón	6
Bote			

(*) En lugar de la losa de concreto podrá usarse una losa de fibra de vidrio con taza y tapa.

(** *) En lugar de la varilla No. 3, podrá usarse como refuerzo malla electrosoldada 6x6 6/6; cantidad 1.8 m².

4.1.2 Material necesario para la letrina seca ventilada de dos cámaras de foso enterrado (Planos 1y 2)

- Foso de mampostería

Material	Cantidad	Unidad
Calhidra	3	Bulto
Arena	0.53	m ³
Piedra	2.1	m ³

- Foso de tabique

Incluye dato de cimentación de concreto reforzado, muros de tabique, corona y madera para cimbra

Cemento	0.2	ton
Arena	0.55	m ³
Grava	0.21	m ³
Calhidra	3	Bulto
Armex 15x 15-4	9	m
Escalerilla (refuerzo para corona)	8	m
Tabique 6x12x24	0.35	Millar
Madera 20x250 cm	7	Pza

- Brocal de tabique

Tabique	85	Pza
Calihidra	7	kg
Arena	2.5	Bote

- Chaflán

Calhidra	9	kg
Arena	4	Bote

- Losa

Cemento	1	Bulto
Arena	4	Bote
Grava	6	Bote
Varilla No. 3 (*)	3	Pza (12 m)
Alambre recocido	0.3	kg

(*) En lugar de la varilla No. 3, se puede usar como refuerzo x 6 6/ 6; cantidad 3.0 m²

- Taza

Cemento	5	kg
Grava	¼	Bote
Arena	½	Bote

- Ventilación

Tubo PVC 3" Ø	3	m
Codo PVC 3" Ø	1	Pza
Sombrero de lámina	1	Pza
Pintura p/exteriores (negra)	¼	l
Brocha 2"	1	Pza
Aguarras	¼	l

4.1.3 Material necesario Para la letrina seca ventilada de dos cámaras con fosos superficiales (Planos 1 y 2)

- Foso de mampostería

Material	Cantidad	Unidad
Calhidra	3	Bulto
Arena	0.53	m ³
Piedra	2.1	m ³

- Foso de tabique

Incluye dala de cimentación de concreto reforzado, muros de tabique, corona y madera para cimbra.

Cemento	0.200	ton
Arena	0.550	m ³
Grava	0.210	m ³
Calhidra	3	Bulto
Armex 15x15-4	9	m
Escalerilla (refuerzo para corona)	8	m
Tabique 6x12x24	0.35	Millar
Madera 20x250 cm	7	Pza

- Losas

Cemento	1 1/2	Bulto
Arena	6	Bote
Grava	6	Bote
Varilia no.3(*).	3 2/3	Pza (12 m)
Alambre recocado	0.3	kg

(*) En lugar de la varilla No. 3, se puede usar como refuerzo malla electrosoldada 6 x 6 6/6; cantidad 3.7 m²

Taza

Cemento	5	kg
Grava	¼	Bote
Arena	½	Bote

- Ventilación

Tubo PVC 3" Ø	6	m
Codo PVC 3" Ø	2	Pza
Sombrero de lámina	2	Pza
Tela de mosquitero	0.2	m ²
Pintura p/exteriores (negro mate)	½	Bote
Brocha 2"	1	Pza
Aguarras	½	l

- Caseta de tabique

Tabique 6x 12x24	420	Pza
Calhidra	1	Bulto
Arena	13	Bote
Fajilla de madera 2.5x5x160	2	Pza
2.5x5x140	3	Pza

- Techo

Lámina galvanizada (0.90x1.80)	2	Pza
-----------------------------------	---	-----

4.1.4 Material necesario para una caseta de ferrocemento.

Caseta prefabricada (tableros de madera, tela de alambre para gallinero y mortero cemento-arena-viruta 1:3:3)

Material	Cantidad	Unidad
Postes 8 x5x230 cm	3	Pza
8 x5x210 cm	2	Pza
Travesaños 2.5x5x230 cm	2	Pza
2.5x5x150 cm	4	Pza
2.5x5x 60 cm	3	Pza
2.5x5x 80 cm	6	Pza
2.5x5x105 cm	6	Pza
2.5x5x 160 cm	8	Pza
Clavo 3"	0.2	kg
Clavo 2"	0.3	kg
Tela de gallinero ½"x 90 cm	11	m
Grapas	0.75	kg
Bisagra de 5 cm con tornillos	6	Pza
Cemento	1.5	Buito
Arena	9	Bote
Viruta	9	Bote
- Techo		
Lámina galvanizada 0.9 x 1.80 m	8	Pza

4.1.5 Material necesario para la letrina húmeda.

4.1.5.1 Letrina húmeda de pozo directo con una excavación de 2m³

Componentes de la letrina	Material	Cantidad	Unidad
- Foso			
- Ademe	Tambos de PVC o plástico	2	Pza
- Losa con taza integrada	Fibra de vidrio con sello hidráulico	1	Pza
- Ventilación	Tubo PVC 4"	3	m
	Codos PVC 4"	2	Pza
	Pegamento PVC	¼	l
- Caseta	Prefabricada	1	Pza

4.1.5.2 Letrina húmeda de pozo adjunto.

Componente de la letrina	Material	Cantidad	Unidad
- Piso rústico para fijar la taza	Concreto simple	1	m ²
- Taza (W.C.)	Inodoro	1	Pza
	Codos 4" 90°	2	Pza
- Registro de inspección	Tabique	40	Pza
- Ventilación Tubo	PVC 4"	3	m
	Pegamento PVC	¼	l
- Pozo de absorción (2 m ³)			
- Ademe	Tambos de PVC o lámina, perforados y sin fondo.	2	Pza
- Brocal y tapa	Tabique	65	Pza
	Cemento	2	Bultos
- Conexión del registro al pozo	Tubo PVC 4"	12	m
	Cople 4"	2	Pza

4.1.6 Construcción del sanitario hidráulico

Para la instalación del sanitario se requiere de la asistencia de alguna persona que tenga conocimientos de albañilería, para construir las piezas básicas (tanque séptico, pozo de absorción o zanjas de filtración) (ver Figura 13).

4.1.6.1 Construcción del tanque séptico

El tanque debe ser impermeable, tanto a la lluvia como a los líquidos que contiene, para evitar la posible contaminación del agua subterránea. Se recomienda el uso de un impermeabilizante para garantizar el hermetismo del tanque, éste debe ser durable y estructuralmente estable. El concreto reforzado cumple con estos requerimientos. Se sugiere que el piso del tanque sea de concreto y tenga un espesor de 10 a 15 cm y que se apoye sobre un lecho de grava o arena de 8,cm. Las paredes podrían hacerse de concreto y de ladrillo, block de concreto o piedra, aplanando con dos capas de 1.5 cm de cemento.

La tapa del tanque debería hacerse por secciones de 42 cm de ancho cada una y 6 cm de espesor. El largo sería igual al ancho del tanque séptico con agarraderas en cada extremo. De esta forma la inspección del tanque se facilitará. Los tubos que transportan el agua residual de la vivienda al registro, al tanque y al campo de absorción, deben ser de PVC de 10 cm de diámetro. La entrada y salida del influente se adapta con una "T" del mismo diámetro.

La ubicación apropiada del dispositivo de entrada debe ser de hasta un 20% de la profundidad del líquido. Puede adaptarse mediante una "T" sanitaria. La diferencia de altura entre la entrada y la salida debe ser de por lo menos 5 cm. El tubo de salida también puede ser una "T" sanitaria y prolongarse hasta un 40% de la profundidad del líquido.

En el Tabla 5 se presenta la estimación de materiales de un tanque séptico de dos cámaras como se observa en la Figura 15.

**Tabla 5 Material necesario para construir un tanque séptico de dos cámaras
(Ver Figura 15)**

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Tabique 7 x 14 x 28 cm	420	Pza
Cemento	5	Bultos
Arena	1.30	m3
Grava	0.500	m3
Calhidra	3	Bultos
Varilla 3/8", 12 m	3	Pza
Alambre quemado	1	kg
Codo de 90° 4"	2	Pza
Conexión "T" de 4"	2	Pza
~Tubo de PVC 4"	6	m
Aplanado de cemento	8	m2

4.1.6.2 Zanjas de filtración

En las comunidades rurales se puede evitar la contaminación de barrancas y ríos por descargas de agua residual doméstica mediante la construcción de pozos o zanjas de filtración.

- Detalles constructivos de la zanja de filtración

El material filtrante se extiende 15 cm abajo y 10 cm arriba del tubo que conduce el flujo. La zanja tiene profundidad y ancho de 60 cm cada uno.

El arreglo típico de las zanjas es de forma cuadrada o rectangular. En la Figura 18 se muestra un ejemplo de ellas.

- Profundidad del agua freática

Se debe asegurar una separación de 1.5 m entre el fondo de la zanja y el nivel del agua subterránea.

Las zanjas no deben excavarse cuando el suelo esté demasiado húmedo porque se corre el riesgo de que el fondo se compacte y por lo tanto disminuya la filtración. Las zanjas y pozos abiertos se protegerán por medio de chaflanes o cunetas contra los escurrimientos superficiales, para evitar la entrada de arcillas que taponen los poros de las estructuras filtrantes. Antes de colocar la cama de grava, se rastrillan los lados y el fondo de la zanja y el material suelto se retira.

Los tubos que conducen el agua en la zanja son de PVC de 5 cm de diámetro, perforados en forma de tres bolillo en la parte que se asentará en la cama de grava.

- Procedimiento para el relleno de zanjas

- Nivelar el fondo de las zanjas y las líneas de distribución.
- Poner una cama de grava de 15 cm de espesor.
- Colocar un tubo de PVC de 5 cm de diámetro, previamente perforado.
- Poner otra cama de grava o tezontle de 10 cm sobre el tubo perforado.
- Colocar una cama de arena de 10 cm sobre la segunda capa de grava.
- Terminar el relleno con una capa de tierra que se compacta en toda la zanja.

4.1.6.3 Pozos de absorción

- Consideraciones de construcción

En suelos arenosos y arcillosos existe el riesgo de que el pozo se derrumbe, por lo que se debe ademar conforme se excava. El ademe o revestimiento puede hacerse con madera, piedra, block, tabique y tambos de lámina o PVC. Debe asegurarse de dejar huecos o ranuras para facilitar la infiltración del líquido.

Una forma práctica y sencilla de ademar los pozos es mediante el uso de tambos o toneles de lámina o plástico (PVC) a éstos se les quita el fondo y se hacen perforaciones en todo el contorno. Posteriormente, se colocan dentro de foso y se afianzan colocando piedra de río o cualquier otra roca a su alrededor.

Se recomienda construir un brocal y una tapa móvil para proteger al pozo de escurrimientos pluviales y facilitar la inspección cuando se presenten problemas de infiltración.

En el Tabla 6 se presenta la estimación de materiales para construir las zanjas y pozos.

En la Figura 10 se presenta un pozo ademado con tambos de lámina.

Tabla 6 Material: para zanjas de filtración tipo paralelo y pozo de absorción

Material	Cantidad	Unidad
- Excavación	3-5	m ³
- Drenaje		
Tubo de PVC 5 cm Ø	28	m
Codos 90° 5 cm Ø	4	Pza
"T" reducción de 10 cm a 5 cm Ø	1	Pza
- Relleno		
Grava	4	m ³
Arena	1.6	m ³
Pozo de absorción		
- Excavación 2 pozos	6	m ³
- Ademe o revestimiento	6	Pza
Con tambos de lámina o PVC		
- Brocal		
Tabique		
Calhidra	65	Pza
Arena	5	kg
	1 3/4	Botes
- Tapas o losa		
Cemento		
Arena	1	Bulto
Grava	4	Botes
Varilla 3/8	2	Botes
Alambre quemado	12	M
	0.5	kg

Tabla 7 Material para el sanitario con arrastre hidráulico

Material	Cantidad	Unidad
- Taza (W.C.)	1	Pza
- Registro 60x30x30	1	Pza
- Conexión registro tanque séptico		
Tubo PVC 10 cm Ø de 6 m	1	Pza
- Ventilación		
Tubo PVC 10 cm Ø	1/2	Pza
Sombrero metálico	1	Pza
Tela de mosquitero	30	cm ²
Pegamento PVC	1	Pza
- Tanque séptico	1	Pza
- Pozo de absorción	2	Pozos
- Zanjas de filtración	2	Pza

4.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

4.2.1 Operación de la letrina seca ventilada de foso profundo

- La caseta no se debe utilizar como almacén ni dormitorio de animales.
- El papel sanitario se debe arrojar al foso para evitar el contagio de enfermedades.
- Se debe excavar un nuevo foso antes de que se llene el que está en uso, aprovechando la losa y los materiales de la caseta para el foso nuevo.

4.2.1.1 Mantenimiento de la letrina seca ventilada de foso profundo

- Se debe mantener limpia la caseta, aseando el piso y la taza sin derramar agua en su interior.
- El mosquitero de los tubos de ventilación debe conservarse en buen estado y repararse si se rompe.
- En época de lluvias, se debe vigilar que el agua no erosione la tierra alrededor del foso ni penetre en su interior. Si esto ocurre, se rellena con tierra apisonada y se construye una cuneta para desviar los escurrimientos.

4.2.2 Operación de la letrina seca ventilada de dos cámaras

La letrina tiene dos cámaras, cada una con un hueco para la taza. Es muy importante que se use sólo una a la vez. Para mayor seguridad, es recomendable instalar solo la taza que se vaya a usar y tapar el otro hueco.

Antes de poner a funcionar la letrina, se prepara la mezcla inicial que es un agregado de una medida (cubeta de 10 o 20 l) de cal o ceniza, dos medidas de tierra y dos

medidas de materia orgánica seca (aserrín, tamo de maíz, basura, paja de frijol, cascarilla de arroz o bagazo de caña). Agregar 10 litros de la mezcla a la cámara que se va a utilizar.

Enseguida se prepara la mezcla de uso diario mediante un agregado de una medida de cal o ceniza y dos medidas de tierra. De esta mezcla, se agrega en la taza un cuarto de litro después de cada ocasión que se use.

Para garantizar el composteo del excremento, se adicionan 10 litros de mezcla inicial cada 30 días.

Se usa cada cámara hasta que se llene a tres cuartas de su capacidad, entonces se completa con materia orgánica seca, mezclada con tierra, para sellarla y se empieza a usar la otra cámara. Este proceso se lleva de dos a tres años. En zonas frías, el proceso es más lento.

Cuando se repite el uso de la primera cámara el excremento que contiene puede ser usado para relleno de suelos.

4.2.2.1 Mantenimiento de la letrina seca ventilada de dos cámaras

El mantenimiento de la letrina seca ventilada de dos cámaras consiste en:

- Mantener limpia la caseta, limpiando el piso y la taza pero sin derramar agua en su interior.
- Revisar el mosquitero de los tubos de ventilación cada año. Si está roto debe repararse.
- Vigilar que el agua no erosione la tierra alrededor del foso ni penetre en su interior; si esto ocurre, se llena con tierra bien apisonada la parte erosionada y se construye una cuneta para controlar los escurrimientos.
- No utilizar la caseta como almacén ni permitir que entren animales.
- Arrojar un 1/4 de litro de la mezcla de uso diario después de defecar.
- Arrojar el papel sanitario que se use al foso para evitar enfermedades.
- No agregar desinfectantes dentro del foso.
- Mantener tapada la taza.
- Agregar 10 litros de la mezcla inicial para eliminar humedad y garantizar la descomposición de la materia fecal cada 30 días.
- Agregar 10 litros de agua al filtro de orina cada semana.
- Sellar la cámara en uso utilizando la mezcla inicial, cuando los sólidos ocupen 3/4 de la cámara.
- Vaciar la cámara sellada cuando sea necesario, utilizando guantes y pala, El contenido es un abono que puede utilizarse en plantas frutícolas y de ornato, así como en los cultivos de maíz y fríjol. Si no se le quiere dar ese uso, se puede disponer en los campos de cultivo.

4.2.3 Mantenimiento del sanitario con arrastre hidráulico o letrinas húmedas.

Normalmente la disposición del efluente y el mantenimiento del tanque séptico son los problemas básicos del sistema sanitario húmedo.

El mantenimiento del sanitario o letrina húmeda es sencillo. Consiste básicamente en barrer y lavar el sanitario por lo menos cada tres días, además de:

- Inspeccionar y reparar el tubo de ventilación.
- Revisar el registro y vaciarlo cada año.
- Inspeccionar el campo de absorción (zanjas o pozos). Si el agua está saliendo a la superficie, se tendrá que construir otro campo y usar adecuadamente el tanque séptico.

Uso del tanque séptico

- Antes de iniciar el uso del tanque séptico se llena de agua, y si es posible conseguir lodos de otro tanque se le adicionan de 30 a 50 litros, con la finalidad de proveer organismos anaerobios.
- El tanque familiar se inspecciona cada año. Cuando se trate de instalaciones públicas, cada seis meses.
- Para realizar la inspección, se retiran las tapas del tanque unas horas antes hasta tener la seguridad de que el tanque se ha ventilado. Esto evita problemas de explosión o de salud por gases acumulados.
- La limpieza del tanque se puede efectuar por medio de cubetas, botes o por medio de una bomba para extracción de lodos. Es conveniente dejar una pequeña cantidad de lodos, para que actúe como vínculo para las futuras aguas negras.
- El tanque se le requiere del vaciado de lodos. No debe lavarse ni desinfectarse, para no impedir el trabajo de las bacterias.
- Los lodos pueden disponerse en zanjias o secarse y aprovecharse en plantas de ornato.
- Con el fin de prevenir posibles enfermedades, las personas que efectúen la limpieza del tanque deberán usar guantes y botas de hule.

5. APLICACIÓN

5.1 DENSIDAD POBLACIONAL.

En el medio rural existen regiones con una elevada dispersión de la población, como es el caso de los estados de Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Yucatán y Puebla.

En estas regiones donde la densidad promedio es menor o igual a las cifras anotadas en el Tabla 8, la letrina es la tecnología mas adecuada.

Para poblaciones (rancherías) pequeñas donde viven de dos a cinco familias de hasta cinco personas, se recomienda la letrina seca ventilada de foso profundo con piso de concreto o fibra de vidrio.

Si la familia es de seis a Díez personas y si cuenta con agua suficiente, se usa la letrina húmeda de pozo directo con piso de fibra de vidrio en caso contrario se recomienda la letrina anterior.

En el Tabla 8, se presentan los sistemas sanitarios recomendados según la dispersión de la comunidad.

5.1.1 Limitaciones y aplicaciones de las letrinas.

Los factores para seleccionar un tipo de letrina, presentados en el inciso 2.1.2, delimitan la aplicación de la tecnología sanitaria.

En el Tabla 9 se enlistan los problemas, causas y solución propuesta, para el uso adecuado de las letrinas.

Tabla 8. Sistema sanitario según la dispersión de la localidad

TAMAÑO DE LA LOCALIDAD (hab.)	CARACTERISTICAS DE LA COMUNIDAD	TECNOLOGIA RECOMENDADA
100 a 499	Comunidades pequeñas con alta dispersión, lotes o solares grandes y suelos fáciles de excavar.	Letrina seca de foso profundo con losa o piso de concreto o de fibra de vidrio.
500 a 999	Comunidad con densidad poblacional de 10 a 49 hab/km ² , donde se notan calles y manzanas. Tienen escasez de agua; el suelo es ligeramente pedregoso, el solar es grande.	Letrina seca de foso profundo. Letrina seca de dos cámaras semienterradas.
1000 a 1999	Comunidad con densidad poblacional de 50 a 99 hab/km ² . Tiene abastecimiento continuo y suficiente, suelo fácil de excavar y manto freático superficial en época de lluvia. Manto freático a más de dos metros.	Letrina seca de dos cámaras, de construcción superficial y semienterrada con fondo impermeable de concreto simple. Letrina seca de dos cámaras, de construcción profunda o superficial con fondo de grava y arena. Letrina humeda.
> 2000	Comunidades mayores de 2000 habitantes.	Sanitario con arrastre hidráulico.

Tabla 9. Problemas comunes en el uso de letrinas

PROBLEMAS	CAUSAS	SOLUCIONES
Construcción incompleta	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de dinero - Escasez de materiales o dificultad de adquisición - Faltan conocimientos y asesoría 	<ul style="list-style-type: none"> - Formar Comité de Saneamiento - Capacitar a los miembros del Comité - Asesoría
Taza incómoda	<ul style="list-style-type: none"> - Mal diseño - Mala construcción - Falta de asiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar diseño y poner asiento de plástico - Mejorar la calidad de mano de obra.
Caseta calurosa	<ul style="list-style-type: none"> - Caseta pequeña y sin ventilación adecuada - Materiales de construcción equivocados 	<ul style="list-style-type: none"> - Agrandar caseta - Dejar ventilación - Usar materiales termicamente frescos
Malos olores	<ul style="list-style-type: none"> - Penetración de agua al foso - Nivel freático alto - Falta de tapa 	<ul style="list-style-type: none"> - Construir cuneta - Poner ventilación - Letrina superficial - Poner tapa
Proliferación de moscas y mosquitos en la caseta	<ul style="list-style-type: none"> - Exceso de humedad - Taza sin tapa - Falta de tubo de ventilación o mala instalación 	<ul style="list-style-type: none"> - Agregar 10 l de la mezcla inicial - Tapar la taza - Poner tubo de ventilación - Mantener limpia la caseta
Derrumbes del suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Suelos no consistentes o inestables, sin ademar 	<ul style="list-style-type: none"> - Reforzar foso con ademe de madera, ferrocemento, ladrillo o piedra - Construir la letrina superficial
Contaminación del manto freático	<ul style="list-style-type: none"> - Alta permeabilidad del suelo - Nivel freático alto 	<ul style="list-style-type: none"> - Construir letrina superficial de doble cámara con fondo impermeable
Dificultad para excavar	<ul style="list-style-type: none"> - Suelo rocoso, tepetatoso, arenoso y poco permeable 	<ul style="list-style-type: none"> - Construir la letrina superficial de doble cámara con fondo de grava y arena

SEGUNDA PARTE: ESTRATEGIA DE ORGANIZACIÓN

6. ORGANIZACIÓN

Un proyecto de saneamiento básico es un compromiso a largo plazo. Para su ejecución se necesita contemplar las siguientes etapas:

Diagnóstico, organización, difusión del proyecto, promoción, planeación, implantación, participación de la comunidad, operación, mantenimiento y evaluación.

La realización de cada una de estas actividades puede darse en paralelo; el orden que se anota no significa que así deba desarrollarse,

6.1 DIAGNOSTICO

La finalidad del Diagnóstico es identificar y explicar las necesidades sanitarias de la localidad. Es elaborado por la comunidad y los sectores e instituciones que participan en el proyecto, ver Figura 19 y Tabla 10.

Comprende las condiciones globales de saneamiento básico del estado y las necesidades sanitarias específicas de la región o municipio donde se implante dicho proyecto, así como la tecnología propuesta para mejorar las condiciones sanitarias.

El Diagnóstico se elabora con base en los resultados del censo de población, cartografías, monografías y el análisis de la información recopilada en las encuestas aplicadas en la localidad, y deberá incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- Estado actual de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano.
- Causas de la contaminación del agua de consumo humano.
- Forma en la que se disponen los excrementos y/o aguas residuales en la localidad.
- Tipo de distribución del agua de consumo (acarreo, hidrante público, toma domiciliaria) y nivel de cobertura.
- Topografía y características del suelo del poblado.

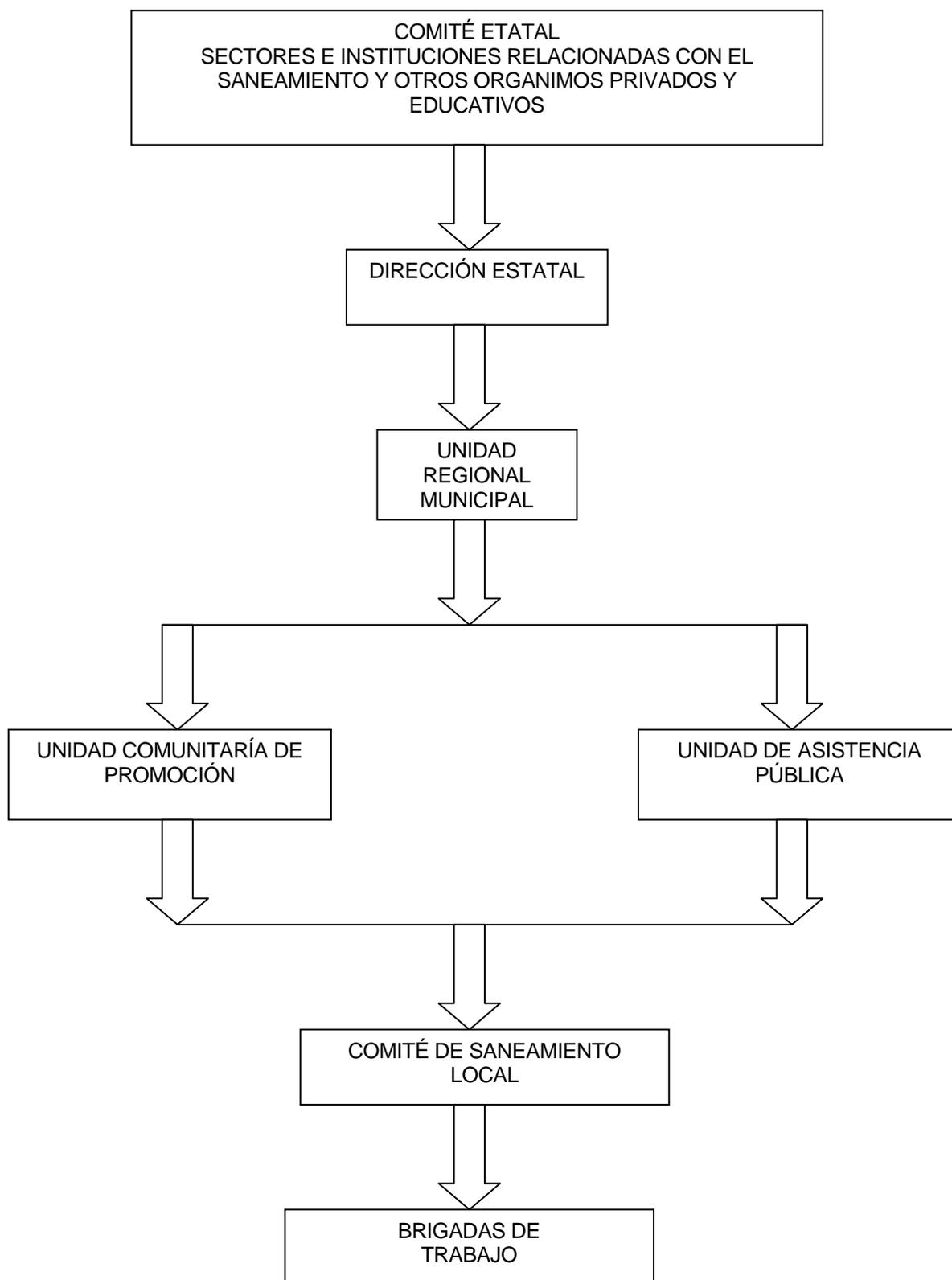


Figura 19. Organigrama para el saneamiento rural

Tabla 10. Proceso Metodológico para el Sanemiento Básico

ETAPAS	TECNICAS	RESULTADOS	SUGERENCIAS
1. DIAGNOSTICO GENERAL - Elaborar diagnóstico - Priorizar comunidades - Seleccionar tecnologías	- Entrevista y encuesta	- Diagnóstico sanitario - Propuesta de tecnologías	- Tecnologías de bajo costo
2. ORGANIZACION - Dirección estatal - Comité municipal - Comité local	- La dirección estatal presenta el proyecto	- Concertación de convenios	- Apoyos Para implantar el proyecto
3. DIFUSION - La dirección estatal promueve el proyecto a los municipios	- Reuniones	- Integración de la unidad regional municipal	- Propuesta de comunidades
4. PROMOCION - La unidad regional municipal promociona el proyecto en los municipios	- Reuniones, entrevistas y encuestas	- Integración de la unidad de comunicación - Integración del comité local	- Dejar la encuesta para su aplicación
5. DIAGNOSTICO LOCAL	- Entrevista familiar	- Llenado de la encuesta - Diagnóstico sanitario local.	- La unidad regional municipal entrega el diagnóstico sanitario de su municipio
6. PLANEACION	- Selección de prioridades - Plan de acción	- Organizar y programar actividades por la dirección estatal	- Respetar costumbres y estructuras sociales
7. IMPLANTACION	- Organización de brigadas de trabajo	- Calendario de actividades - Grupos de trabajo	- La unidad regional municipal participa en la selección de tecnologías
8. PARTICIPACION COMUNITARIA	- El Comité de Saneamiento Rural y la unidad de comunicación y promoción organizan brigades de trabajo	- Construcción de obra civil	- El periodo de enero a mayo se debe aprovechar para iniciar las obras
9. OPERACION Y ANTENIMIENTO	- Guías y cartillas para el mantenimiento de los sistemas	- Uso adecuado de sistemas sanitarios	- Capacitación de grupos para la operación de los sistemas de saneamiento
10. EVALUACION	- Observación y entrevista en campo	- Mejorar el uso de la tecnología	- Entrenamiento de grupos

6.2 ORGANIZACIÓN PARA EL TRABAJO

La implantación de acciones de saneamiento básico rural en su conjunto, son actividades complejas por la dispersión de las localidades y por la pobreza de sus habitantes.

Es conveniente la participación de los tres niveles de Gobierno (Federal, Estatal y Municipal) con el fin de establecer, coordinar y evaluar los programas de saneamiento que se lleven a cabo en nuestro país, así como la participación activa y total de la comunidad (ver Figura 18).

A nivel Federal o Estatal, los sectores que pueden participar en los programas de saneamiento rural son: el sector salud, por ser la responsable legal de la salud pública: el sector agua, encargado de la administración de la cantidad y calidad del agua: el sector social a quien compete la ejecución y aportación de fondos del Gobierno Federal en programas de bienestar social.

La participación estatal puede lograrse a través de una dirección integrada por los responsables de las instituciones interesadas.

La dirección estatal se encargará de la evaluación de proyectos y la operatividad del programa. Para esto establecerán, junto con los responsables de la unidad regional municipal, los mecanismos para seleccionar a las comunidades a beneficiar con el proyecto (ver Figura 19).

La selección debe basarse en las necesidades de saneamiento local, dando preferencia a las comunidades donde se presenten problemas diarreicos agudos.

La unidad regional municipal se integrará por varios municipios aledaños. Los presidentes municipales serán los responsables de presentar las necesidades de saneamiento de cada localidad, dando prioridad a aquellas que presenten mayores riesgos.

La unidad regional municipal contará con unidades de comunicación-promoción y unidades de asesoría que estará integrada por el ayudante municipal o juez rural, las personas de la comunidad interesadas y personal técnico de las instituciones que colaboren en el proyecto.

La unidad de comunicación y promoción organizará un comité de saneamiento rural comunitario, quien será responsable de la distribución y vigilancia para que los materiales de construcción se utilicen en el sistema sanitario acordado en la comunidad y además organizará brigadas de trabajo, que aportarán los jornales necesarios para la construcción o mejoramiento de las obras de saneamiento.

Esta unidad será la responsable, de la promoción comunitaria antes, durante y después de las obras de saneamiento.

La unidad de asesoría, estará integrada por técnicos en construcción y saneamiento que procederán de las dependencias que participen en el proyecto y tendrán a su cargo la capacitación de la unidad de comunicación y promoción para elaborar el Diagnóstico de la localidad y la asesoría para la construcción y operación de los sistemas de saneamiento de una región.

6.3 DIFUSIÓN DEL PROYECTO

Para iniciar el programa, la dirección estatal organizará reuniones o talleres para presentar el anteproyecto de saneamiento, donde participaran las dependencias federal, estatal y municipal de la región (ver Figura 19 y Tabla 10).

Los objetivos de las reuniones serán:

- Concertar la disponibilidad de los recursos económicos y humanos y formalizar la unidad de asesoría con las dependencias que participen.
- Integrar la unidad regional municipal y nombrar un coordinador de la unidad.
- Presentar el anteproyecto de saneamiento y acordar con la unidad regional municipal la promoción del proyecto, para que en una reunión posterior se conozcan las necesidades de saneamiento de la región.

6.4 PROMOCIÓN

El contacto con la comunidad se inicia con los presidentes municipales de la unidad regional municipal, quienes en reunión con los ayudantes municipales de cada localidad, darán a conocer el programa de saneamiento y concertarán la integración de la unidad de comunicación y promoción (ver Figura 19 y Tabla 10),

6.5 PLANEACIÓN

El Gobierno del Estado designará a las instituciones que organizarán la planeación y ejecución del proyecto sanitario, quienes aportaran los Diagnósticos locales. Con base en éstos, se seleccionan las localidades y se propondrán alternativas de solución.

6.6 IMPLANTACIÓN

El comité de saneamiento rural comunitario y la unidad de comunicación y promoción, son los grupos responsables de implantar el programa sanitario local a nivel de la comunidad.

En la implantación del trabajo, el comité de saneamiento rural comunitario se convertirá en el "motor" del proyecto por lo que se trabajará de cerca con él, capacitándolo respecto a las actividades esenciales de saneamiento.

La experiencia demuestra que los manuales y cartillas por sí solos no son suficientes para el diseño e implantación del programa, por lo que es necesario que la unidad de

asesoría proporcione asistencia técnica durante la construcción y operación de los sistemas de saneamiento.

Antes de iniciar los trabajos, la unidad de asesoría y el comité de saneamiento rural comunitario deben comprobar que las necesidades reales de la localidad sean las que se plasmaron en el Diagnóstico local, para lo cual es necesario efectuar entrevistas y recorridos por la localidad, para concretar las acciones de saneamiento.

Normalmente hay dos periodos en los cuales disminuyen las actividades agrícolas (de enero a mayo y de octubre a noviembre), tiempo que debe aprovecharse para establecer el proyecto sanitario.

6.7 PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD

El comité de saneamiento rural comunitario organizará a la comunidad en brigadas de trabajo. Ellas, a su vez, buscarán la participación activa de los beneficiarios, quienes en última instancia, decidirán el modelo sanitario más apropiado y accesible de acuerdo a sus hábitos y costumbres, así como el tratamiento para el agua de consumo.

Es importante señalar algunas de las atribuciones del comité de saneamiento rural comunitario:

- Vigilar que se cumpla plenamente con el programa de saneamiento local.
- Supervisar el funcionamiento y operación de los sistemas de saneamiento.
- Proponer que toda vivienda que se construya, cuente con sistema de saneamiento.
- Distribuir los materiales de construcción para las instalaciones familiares.
- Controlar las aportaciones de la comunidad.
- Organizar los grupos de trabajo.
- Promover reuniones que están relacionadas con el saneamiento.

Cuando exista un problema de saneamiento urgente, se pondrá en contacto con el personal de la unidad de asesoría y el presidente municipal (ver Figura 19 y Tabla 10).

6.8 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La unidad de asesoría es la responsable de transferir el mantenimiento y uso de los sistemas sanitarios construidos en la comunidad, para lo cual se capacitará a los usuarios mediante talleres y en el trabajo práctico a través de asesorías.

6.9 EVALUACIÓN

La evaluación la realiza el comité de saneamiento rural comunitario junto con la dirección estatal.

En la Figura 19 y 20 se presenta el organigrama para el saneamiento básico rural y el flujo grama respectivamente y en el Tabla 10, un resumen del proceso de la metodología.

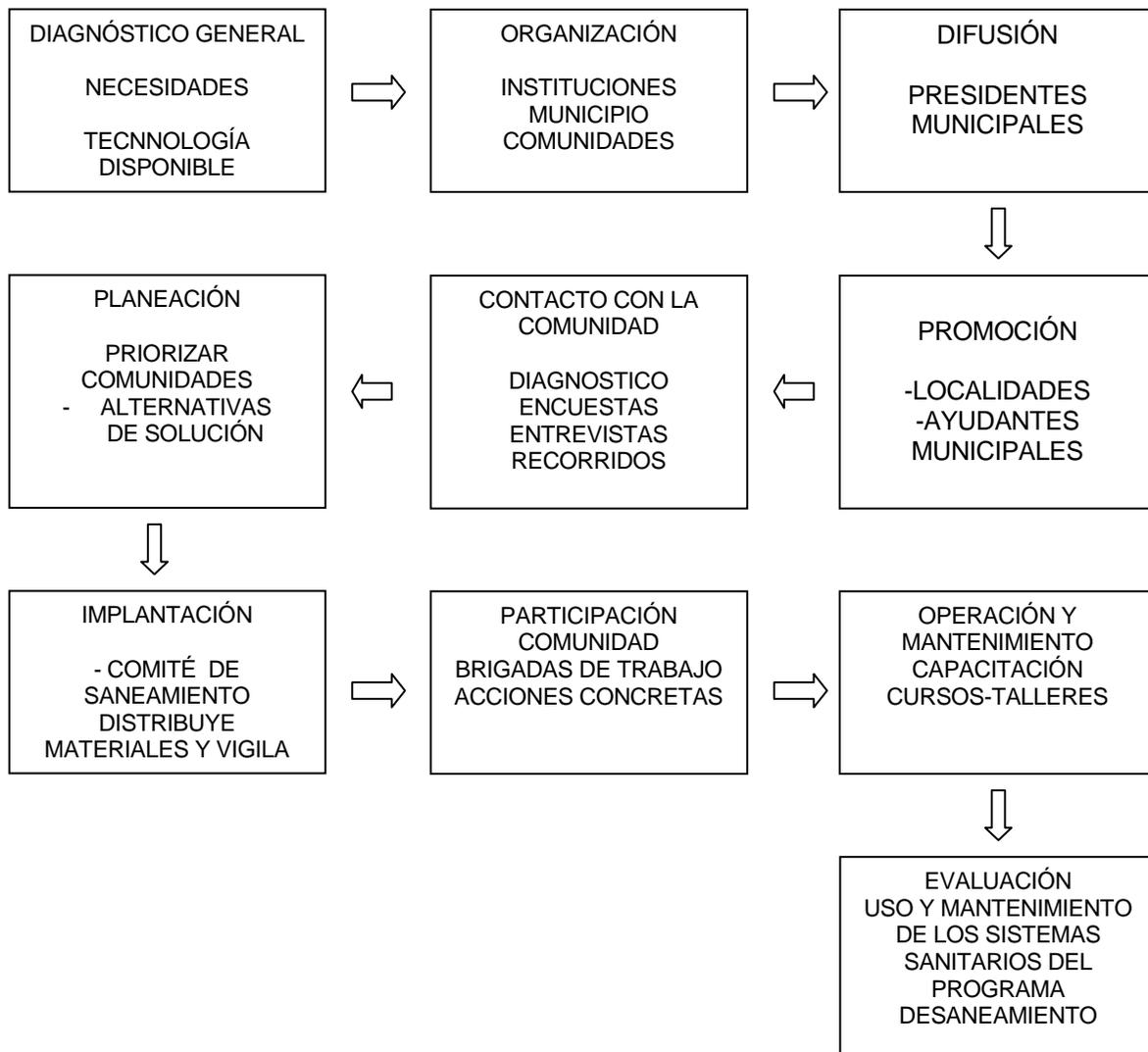


Figura 20. Metodología para el saneamiento rural

7. DISEÑO Y APLICACIÓN DE ENCUESTAS

El diseño de las encuestas es elaborado por la dirección estatal el tipo de información que se debe obtener, entre otra, incluye:

- Actitudes del usuario; esto permite determinar el uso de la tecnología de saneamiento.
- Preferencia por instalaciones individuales o colectivas.
- Confianza en las autoridades locales.
- Disponibilidad de la población para la construcción de los sistemas de saneamiento.
- Preferencia en la calidad del agua en términos de color, sabor, olor, etc.

La unidad de comunicación y promoción y el comité de saneamiento rural comunitario realizan la aplicación de la encuesta. de ser posible, la encuesta debe aplicarse a todas las comunidades en donde se planea establecer el proyecto y a todas las familias. En todo caso debe elegirse un método de muestreo con el límite de confianza alto.

Con el análisis de la información contenida en la encuesta, se integra un Diagnóstico que debe contener La evaluación socioeconómica y sanitaria de la comunidad, con objeto de preparar la propuesta tecnológica de saneamiento más adecuada a su preferencia y a sus posibilidades económicas.

La propuesta que debe ser integrada por la unidad de asesoría y contener una lista de alternativas socialmente aceptables, estrictamente viables y de bajo costo.

En el anexo 1 se presenta un modelo de encuesta.

8. FINANCIAMIENTO

Para beneficiar a la mayoría de la población rural, es necesario formular un programa Nacional de Saneamiento Rural con la finalidad de promover programas Estatales de saneamiento de una gran cobertura que incluya la realización de obras sanitarias estas deberían ser de bajo costo, pero sin perder de vista que la solución: debe ser permanente (con una vida útil de más de 5 años)

El costo de un proyecto de saneamiento dependerá en gran medida de la "clase" de servicio a establecer y de la cobertura que se pretende; mejorar la infraestructura para abastecer de agua entubada a una localidad, es un renglón que absorbe la mayor parte del recurso económico.

El financiamiento es el gran reto que obliga a recurrir a todas las posibles fuentes (recursos federal-estatal y la participación comunitaria). Otras fuentes probables de financiamiento son los organismos internacionales y la iniciativa privada.

Organismos Internacionales

A partir de la década del Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y del Saneamiento (1981-1990), los organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), Banco Mundial (BM), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), han apoyado activamente tanto, en aspectos técnicos (asesoría) como financieros (créditos o aportaciones en equipo y material), para mejorar las condiciones de saneamiento rural,

Estado, Municipio e Iniciativa Privada

El Gobierno Estatal y Municipal son las entidades que pueden financiar a los organismos que realizan actividades de desarrollo rural, específicamente en el área de "Bienestar social" (mejoramiento de la cantidad y calidad del agua, disposición adecuada de excretas, mejoramiento del nivel cultural-educativo para el saneamiento y mejoramiento de la vivienda), que tengan como objetivo mejorar y proteger la salud de la población. Así mismo, la iniciativa privada puede aportar recursos a través de créditos o donativos.

Participación de la Comunidad

Por último, se considera que la clave para lograr una buena cobertura de saneamiento en el medio rural es la participación de la comunidad, mediante la aportación de jornadas o fatigas de trabajo y materiales locales.

Para obtener un control de la aportación de la comunidad, se propone el siguiente formato:

**PROGRAMA LOCAL DE SANEAMIENTO BASICO
CONTROL DE LAS APORTACIONES DE LA LOCALIDAD**

Estado_____

Municipio_____ Localidad_____

Familia_____ Fecha _____

ACTIVIDAD	CANTIDAD	JORNALES	COSTO N\$	TOTAL N\$'	AVANCE EJECUTADO \$/MES
Excavación					
Habilitación de tuberías					
Construcción de muros					
Colado de losas					
Construcción de tazas					
Construcción de casetas					

OBSERVACIONES

Recuperación de recursos.

Los recursos económicos invertidos en programas de bienestar social son difícilmente recuperables, pero se justifican al convertirse en un mecanismo de protección a la salud de la población, que se amenaza cotidianamente por la contaminación del agua y alimentos debido a la práctica de fecalismo al aire libre.

También se justifica el atender a las comunidades rurales y marginadas que han estado aisladas de los beneficios de salud que representan las obras de saneamiento y al tener como objetivo la disminución de la mortalidad por enfermedades gastrointestinales,

GLOSARIO

Abastecimiento

Conjunto de acciones destinadas a suministrar agua entubada a una localidad.

Ademe

Revestimiento o protección de los taludes de un foso o pozo, para evitar el derrumbe.

Agua contaminada

Agua de desecho por uso doméstico, industrial, agrícola u otro servicio que no cumple con las normas de agua para un uso determinado.

Agua potable

Agua limpia que cumple con las normas de calidad para beber y cuya ingestión no causa efectos nocivos a la salud humana.

Agua residual

Agua que contiene impurezas orgánicas e inorgánicas por desechos de origen domestico, industrial, agrícola u otro servicio.

Agua residual doméstica o agua negra

Cualquier agua de desecho de la vivienda que puede contener materia orgánica y otras sustancias químicas en suspensión o disueltas.

Bacterias

Organismos microscópicos unicelulares, rígidos y carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos metabólicos como la digestión aerobia y anaerobia, oxidación, nitrificación y desnitrificación.

Aerobias

Bacterias que requieren Oxígeno libre (elemental) para su desarrollo.

Anaerobias

Bacterias que se desarrollan en ausencia de oxígeno libre el cual obtienen al descomponer sustancias complejas.

Grupo coliforme

Grupo de bacterias que habitan principalmente en el intestino del hombre y animales de sangre caliente, que son utilizadas como indicadores bacteriológicos de contaminación fecal del agua.

Campo de absorción

Sistemas de filtración integrados por zanjas o pozos de absorción, que se construyen en el suelo para absorber y filtrar el agua negra tratada.

Comunidad rural

Aquella que tiene como máximo 2,500 habitantes.

Comunidad marginada

Comunidad que no cuenta con los servicios básicos de saneamiento.

Composta

Compuesto degradado y estabilizado que se obtiene a través del proceso microbiológico y del agregado de las muestras que se vierten en la letrina seca cada vez que se usa.

Contaminación del agua

Entrada en el agua de organismos potencialmente patógenos o sustancias químicas, que disminuye su calidad y la hacen inadecuada para beber o regar.

Distribución de zanjas en serie

Conjunto de zanjas de absorción distribuidas de tal forma que cada una es forzada a estancar el agua hasta su límite máximo, antes que el líquido fluya a la siguiente zanja.

Afluente

Líquido que fluye hacia fuera de un espacio confinado que lo contiene. Por ejemplo, la salida de un tanque séptico.

Filtración

Trasminación natural del agua por suelos, rocas porosas, tanques sépticos y letrinas mal construidas.

Higiene

Es el conjunto de normas sanitarias que aseguran al individuo el ejercicio pleno de todas sus funciones.

Influente

Líquido o agua residual que entra a un sistema o proceso de tratamiento. Por ejemplo, la entrada de un tanque séptico.

Inóculo

Vacuna que siembra virus, bacterias u hongos en un ambiente adecuado para su desarrollo. En el caso de los tanques sépticos puede el lodo de otro funcionar adecuadamente.

Letrina

Es una instalación sanitaria sencilla que sirve para confinar y tratar las excretas humanas en comunidades rurales que no cuentan con drenaje.

Letrina seca

Sanitario rural que no necesita agua para su funcionamiento.

Letrina húmeda

Sanitario rural que necesita de tres a seis litros de agua para su funcionamiento, mediante descarga directa al inodoro.

Nata

Materia más ligera que el agua que flota en la superficie de las aguas negras.

Parásitos

Organismos protozoarios y helmintos (nematodos), que al habitar en el intestino de los animales, pueden causarle enfermedades.

Patógenos

Microorganismos que originan y desarrollan enfermedades.

pH

Es la expresión que indica el grado de acidez o alcalinidad en una solución o líquido. El valor 7.0 es neutro; valores superiores a 7 son alcalinos e inferiores son ácidos.

Pozo

Hoyo que se construye en el suelo y que está diseñado para permitir que el agua negra se filtre dentro del suelo,

Revocar o aplanar

Acción de proporcionar un terminado fino en las paredes interiores o exteriores de tanques, fosos o pozos, utilizando mezcla de cal, arena y cemento o simplemente arena y cemento se usa para evitar la filtración.

Salud

Es un estado de completo bienestar físico, mental y social del hombre.

Salubridad

Es la organización y dirección de los esfuerzos comunitarios para prevenir, proteger y fomentar la salud.

Saneamiento

Es el conjunto de medidas sanitarias destinadas a promover el abastecimiento de agua potable, la disposición adecuada de las excretas humanas, basuras y otros desperdicios sólidos, para mejorar las condiciones de salud.

Sanitario con arrastre hidráulico

Sistema de tratamiento del agua de desecho de uso doméstico familiar se construye en viviendas o comunidades que tienen resuelto el problema de escasez de agua.

Sedimentación

Precipitación de la materia contenida en un fluido y que se acumula en el fondo de un recipiente por su mayor gravedad.

Tiempo de residencia hidráulico

El tiempo que permanece el agua residual dentro de un sistema de tratamiento.

Trampa de natas

Dispositivo mecánico (red, malla, etc.), para retirar la espuma y la nata de la superficie de los tanques sépticos.

Tratamiento

Proceso diseñado para modificar, mejorar o adaptar la condición de la materia para diversos fines.

Tecnología apropiada

La tecnología que se adapta a las necesidades con un objetivo determinado y que resuelve los problemas para lo que fue empleada.

Zanja

Excavación larga en la tierra, que forma parte del campo de absorción

Zanja estándar

Es un conjunto de zanjas interconectadas entre sí, que generalmente tienen un ancho de 30 a 10 cm, con profundidad de 60 a 100 cm y un largo máximo de 30 metros, que se rellena con dos capas de grava, tubo de distribución, una capa de arena y una de tierra.

9. BIBLIOGRAFIA

- Agenda del constructor. Ed. Agenda del Abogado. México, D.F. 1988. 280 pp.
- A. K. R. Manual de diseño, construcción y mantenimiento de letrinas de descarga de agua de bajo costo. PNUD. 1988. 82 pp.
- Banco Interamericano de Desarrollo/Banco Mundial. Información v capacitación en en abastecimiento de agua y saneamiento de bajo costo. Washington D.C. E.U.A. CEPIS/OPS/OMS. 1988. Edición preliminar, 330 pp.
- Beverly, R. y Duncan, D. M. Guia del diseño del tubo de ventilación. PNUD. 1986. 30 pp.
- Cane, V. A. Decenio Internacional del Abastecimien de Agua potable y del Saneamiento (1981-1990). Evaluación en el medio Rural Mexicano. México. 1990. 22 pp.
- Castellanos, L. O. Sistemas de tratamiento y reuso del agua. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. 1986. 70 pp.
- Centro Nacional de Estudios Municipales. Los Municipios de Morelos. Colección Enciclopedia de los Municipios de México. Centro Estatal de Estudios Municipales. 1986. 134 pp.
- Centro Panamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. Abastecimiento de agua potable y disposición sanitaria de excretas en áreas urbanas marginadas. CEPIS/OPS/OMS. Santiago de Chile. No. 25. 1984. 177 pp.
- Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental. Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento. (PLANAPS). México. 1981. 65 pp.
- Comision Nacional del Agua. Sistemas Económicos para potabilización y microbiología del agua para consunrio humano. 1a. versión, 1a. ed. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Diciembre, 1989. 90 pp.
- Comision Nacional del Agua. Decenio Internacional del abastecimiento de agua potable y saneamiento 1981-1990. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Enero, 1990. 30 pp.
- Comision Nacional del Agua. Manual de diseño de sistemas de tratamiento de bajo costo para aguas residuales. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México, 1989. 91 pp.
- DESA. Actualización del diagnostico de los servicios de agua potable y alcantarillado en México. México, 1986. 80 pp.

Diaz, A. I. Evaluación del Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento, 1981-1990. Administración y Gestión de los servicios. OPS/OMS. México. 1990. 44 pp.

Duncan, D. M. Diseño de letrinas mejoradas de pozo ventilado. Banco Mundial. 1984. 82 pp.

Environmental Protection Agency. Drinking water treatment for small communities. USA. EPA/625/5-90/025. Washington, D C, 1990. p. 29-44.

Environmental Protection Agency. Constructed wetlands and aquatic plant systems for municipal wastewater treatment. EPA/625/1-88/022. Septiembre, 1988. 82 pp.

Gonzalez, V. F. J. Panorama económico, social y cultural. Agua Potable y disposición de excretas. Primera Reunion del Circulo de Estudios sobre Salud y Enfermedad en el Medio Rural, 1920-1989. S.Sa. México. 1989. 15 pp.

Grover, B. Manual de preparación de proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento. E.U.A. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. Banco Mundial. 125 pp. V. 1 . 1986. 1a. Pd.

Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua. Uso del agua en Morelos, Comisión Nacional del Agua. Cuernavaca, Mor. 1988. 260 pp.

Organizacion Panamericana de la Salud. Organizacion Mundial de la Salud. Evaluacion del Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento en México, 1981-1990 en ciudades medianas. OPS/OMS. Mexico. 1990. 31 pp.

Organizacion Panamericana de la Salud. Organizacion Mundial de la Salud. Situación del sector abastecimiento de agua potable y del saneamiento al finalizar el decenio 1981-1990, Región de las Americas. OPS/OMS. Caracas, Venezuela. 1990. 28 pp.

Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Evaluación del Decenio Internacional de Abastecimiento de Agua Potable y del Saneamiento 1981-1990 y Proyecciones hacia el Año 2000. Conferencia Regional Sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento. San Juan Puerto Rico. 1990. 6 pp

Organización Mundial de la Salud. Banco Mundial. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el agua: Informe sobre el abastecimiento público de agua y el saneamiento. Mar de Plata, Argentina. 1977. 77 pp.

Organizacibn de las Naciones Unidas. Decenio Internacional del agua Potable y del saneamiento ambiental:: situación actual v perspectivas. Informe del Secretario General de la Conferencia de las Naciones Unidas, E.U.A. 1980. 65 p.

Peter, M.; Duncan, D. M. Letrinas mejoradas de pozo ventilado. PNUD. 1981. 70 pp.

Romero, A. H. Bases para un programa de saneamiento. Ingeniería Ambiental. (5): 14. México. 1992. 15 pp.

Romero, A. H. Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable v del Saneamiento. 1981-1990. Taller de Evaluación, en México. Desarrollo Tecnológico. México. 1990. 26 pp.

Romero, A. H. Abastecimiento de agua en las comunidades rurales, CICM, cuadernos técnicos. Mesa redonda sobre ingeniería y medio ambiente. México. 1989, 109 pp

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Actualización del diagnostico de los servicios de agua potable y alcantarillado en México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Informe Final. 1986. 86 pp.

Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Manual técnico para estudios de suministro de agua. 1ª. ed. Seminario Nacional sobre potabilización del Agua en Pequeñas Poblaciones. Memoria. CONACYT, IMSS-COPLAMAR, INEA, CNA. México. 1989. 330 pp.

Secretaria de Programación y Presupuesto. Cuadernos de información para la planeación. INEGI. ISBN 968-881-348-6. México. 1990. 243 pp.

Secretaria de Programacion y Presupuesto. Resultados Preliminares X1 Censo General de Población 1990. INEGI. ISBN 968-8-2-432-6. México, 1990, 285 pp.

Secretaria de Salud. Manual de saneamiento, vivienda, agua y desechos. Ed. Limusa. México. 1989. 260 pp.

Secretaria de Salud. Manual de criterios normativos para la promoción del saneamiento básico municipal. México. 1987. 247 pp.

Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. Métodos no convencionales para eliminación de desechos sólidos. México. 1990. 121 pp.

Unda0. F. Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud Pública. 1ra. reimpresión, Ed. Limusa. México 1993, 870 pp.

ANEXO 1

ENCUESTAS

COMISION NACIONAL DEL AGUA
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA
Subcoordinación de Calidad del Agua

Proyecto: "Saneamiento Rural".

ENCUESTA FAMILIAR

Nombre del encuestador: _____ Cuestionario No. _____
Fecha: _____ Comunidad: _____
Municipio: _____

Nombre de la persona entrevistada: _____
Actividad y relación familiar de la persona entrevistada: _____

1. HABITANTES

- a) ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____
b) Distribución de edades:

Sexo/edad	0 - 6	7-12	13-18	19-25	25-31	>32
Hombres						
Mujeres						

c) Características socioeconómicas

-¿Cual es la actividad principal del jefe de familia?

-¿Que otra actividad, que le proporcione dinero, tiene el jefe de familia?

-¿Además del jefe de familia, aporta otra persona al gasto familiar?

-¿Cuál es el ingreso promedio de dinero que recibe la familia? (semanal, quincenal, mensual o por temporada)

-¿Cuanto dinero en promedio, gasta la familia? (semanal, quincenal, mensual)

-¿Cual es el grado de escolaridad de la familia?

Padre _____ Madre _____

Hijos _____

2. VIVIENDA

2.1.- Identificación de la vivienda

(Ubicar en croquis o con los siguientes datos)

Calle _____

No. de predio _____ No. de manzana _____

Lote No. _____ Superficie aproximada del lote _____

Tipo de propiedad de la vivienda

Ejidal () Privada () Rentada () Prestada ()

2.2.- Características de la vivienda

2.2.1.- Número, distribución y usos de la vivienda

(si en el predio hay dos o mas familias, hacer una encuesta por familia y especificar relación familiar)

- Número de viviendas en el predio _____
- Número de cuartos por vivienda _____
- Número de personas por vivienda _____
- Distribución del lote en porcentajes estimados:
 - vivienda _____ baldío _____ comercio _____
 - cría de animales _____ cultivos _____
 - otros (especifique) _____

2.2.2.- Materiales de construcción utilizados en la vivienda:

Materiales utilizados en techos y paredes:

Materiales utilizados en bardas:

Materiales utilizados en pisos:

Tipo de cocina (usa gas o leña)

2.3.- Disposición de excretas dentro del predio:

a) ¿Dónde depositan sus excretas?

suelo () letrina () baño con pozo de absorción ()

b) Especifique tipo de letrina:

humeda () seca () otra especifique _____

¿La letrina tiene taza? (si no, que tipo de asiento):

¿La letrina tiene caseta ? (indique los materiales de que esta hecha)

¿En que condiciones se encuentra la letrina? (huele mal, tiene moscas)

Si no tiene letrina, ¿le gustaría construir una?

2.4.- Servicios públicos con que cuenta la vivienda:

- | | Tiene | No tiene |
|-----------------------------------|-------------|----------|
| a) Energía eléctrica domiciliaria | _____ | _____ |
| b) Alumbrado público | _____ | _____ |
| c) Toma de agua domiciliaria | _____ | _____ |
| | provisional | _____ |
| | definitiva | _____ |
| d) Toma de agua pública | _____ | _____ |
| e) Drenaje | _____ | _____ |

2.5 Tipo de suelo

a) ¿Que tipo de suelo tiene en su predio? duro o pedregoso
tepetatoso () arenoso () blando ()

b) ¿Cuando excava, encuentra el agua a flor de tierra?
¿A que profundidad? Especifique

c) ¿Considera que en su terreno se infiltra el agua facilmente?
(si) (no)

3. PROBLEMATICA DEL AGUA EN LA VIVIENDA

3.1 Servicio de agua dentro de la vivienda

a)Acarrea el agua a su vivienda (si) (no)

¿De dónde acarrea el agua?

río () pozo o noria () manantial() charco () olla () jaguey () presa () tanque de almacenamiento comunitario ()

¿En que acarrea el agua? (tome las medidas de las cubetas o tambos en que se acarrea el agua, ancho o diámetro, largo)

-tambos _____

-cubetas _____

¿Cuántas veces al día acarrea el agua?

Una() Dos()

Tres() Cuatro() más de cuatro ()

b)¿Cuenta con llave de agua en su vivienda?(si) (no)

-El servicio de agua es por:

Horas() Continuo() Semanal ()

c)¿Tiene depósito para almacenar el agua? (si) (no)

- ¿Que tipo de depósito es?

Tambos() tanque de almacenamiento () cisterna() tinaco ()

otros, especifique _____

- ¿Cual es la capacidad del depósito?

(tomar las medidas del deposito)

diámetro o ancho de la base _____

diámetro o ancho de la tapadera _____

altura _____

-Le da mantenimiento al depósito (si)(no)

¿Diga con que frecuencia y cual es el tipo de mantenimiento que le da a su depósito de agua? _____

d)¿Con qué frecuencia se escasea el agua? (por días, meses, etc.) ¿en qué estación del año hay mas escasez? _____

e)¿Paga alguna cantidad por el abastecimiento de agua?

(especifique a quién le paga) _____

f)En el agua de consumo familiar, ¿cuál es el principal problema que tiene?

3.2.- Usos del agua dentro de la vivienda

¿Cual es el uso del agua dentro de la vivienda?

(diga la cantidad aproximada, cuántas cubetas, tambos, etc.)

Preparación de comida _____

Lavado de ropa _____

Limpieza de la vivienda _____

Aseo personal _____
Mantenimiento de animales _____
Baño o excusado _____

4. SALUD

a) Hábitos de higiene:

	NO	SI
-¿Se lava las manos antes de comer?		
-¿Se lava las manos después de ir al excusado?		
-¿Se lava las manos antes de preparar la comida?		
-¿Lava las frutas y verduras antes de comerlas?		
-¿Hierve el agua que toma?		

b) ¿Cuales son las enfermedades mas comunes que ha padecido su familia?

¿Con que frecuencia se presentan estas enfermedades y quién(es) en su familia las padecen más? _____

¿Se ha muerto alguien de su familia per alguna de estas enfermedades?

PARTICIPACION COMUNITARIA

a) ¿Pertenece actualmente a algún grupo de trabajo en la comunidad?

(especifique si tiene algún cargo) _____

c) ¿Le gustaria participar en un comité o en un grupo encargado de resolver los problemas relacionados con el agua? _____

Comentarios generales:

