

---

# Saneamiento rural y salud

## Guía para acciones a nivel local

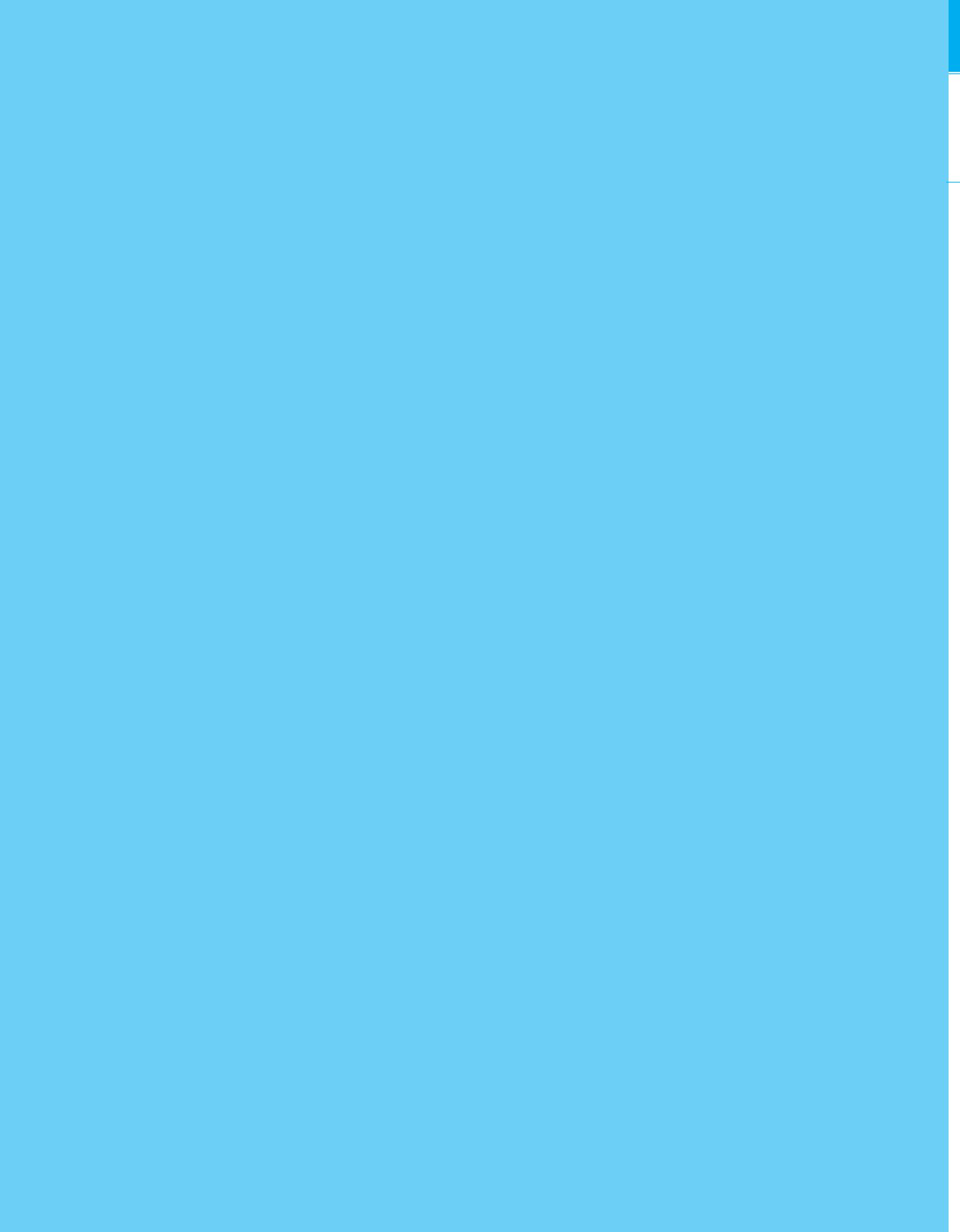
---

Rosario Castro  
Rubén Pérez

---

---

Guatemala, Diciembre 2009



# Contenido

## Página

7	Prólogo
9	Introducción
10	<b>CAPÍTULO I: AMBIENTE Y SALUD</b>
12	1.1. Peligros ambientales para la salud humana
13	1.2. Exposición y riesgos
15	1.3. Elementos de Evaluación y manejo de riesgos
17	1.4. Usos del agua y contaminación
18	1.5. Agua y salud
20	1.6. Enfermedades relacionadas con el agua y las excretas
24	1.7. Residuos sólidos y Salud
28	<b>CAPÍTULO II: RELACIÓN DEL SANEAMIENTO BÁSICO CON EL DESARROLLO, LA SALUD Y LA EDUCACIÓN EN GUATEMALA</b>
29	2.1 Contexto de país
	2.1.1 Contexto de la población
	2.1.2 Aspectos sociales
	2.1.3 Aspectos de Salud
	2.1.4 Aspectos educativos
	2.1.5 Cobertura de agua potable y saneamiento a nivel nacional
	2.1.6 Cobertura de agua potable y saneamiento a nivel departamental
36	2.2 <b>Importancia del Saneamiento Básico para el desarrollo, la salud y la educación en Guatemala</b>
	2.2.1 Relación entre el saneamiento básico y la pobreza en el medio rural
	2.2.2 Relación entre el saneamiento básico y la salud
	2.2.3 Relación entre el saneamiento básico y la educación
	2.2.4 El agua para consumo humano y la inseguridad alimentaria y nutricional
	2.2.5 El agua, el género y la exclusión social
50	<b>CAPÍTULO III: RESPONSABLES LOCALES DEL SANEAMIENTO BASICO</b>
51	3.1 <b>Funciones municipales en el saneamiento básico</b>
	3.1.1 Formulación de proyectos
	3.1.2 Prestación y Supervisión de los servicios
54	3.2 <b>El rol de los municipios</b>
	3.2.1 Diagnóstico local
	3.2.2 Plan Estratégico y Plan Operativo Anual
56	3.3 <b>Modelos de gestión</b>

## Página

57	3.3.1	Organización para la gestión
	3.4	<b>Desarrollo comunitario</b>
	3.4.1	Instrumentos para implementar programas con la comunidad
	3.4.2	Diseño de un programa de promoción y movilización social para la calidad del agua
59	3.5	<b>Formas para establecer alianzas estratégicas con beneficios mutuos</b>
	3.5.1	Negociación
	3.5.2	Pasos para una negociación exitosa
62	3.6	<b>La participación de la comunidad</b>
	3.6.1	Aspectos positivos de la participación de la comunidad en proyectos de agua y saneamiento
	3.6.2	Aspectos a ser tomados en cuenta respecto a la participación de la comunidad en proyectos de agua y saneamiento, para promover su participación
	3.6.3	Importancia de la participación de la comunidad para mejorar las prácticas de higiene
	3.6.4	La importancia del Enfoque de Género en proyectos de agua potable y saneamiento
66		<b>CAPÍTULO IV: SANEAMIENTO BASICO</b>
68	4.1	Complejidad de los problemas
68	4.2	<b>Sostenibilidad y tecnologías apropiadas</b>
	4.2.1	Factores de sostenibilidad
70		<b>Agua</b>
70	4.3	Tipos de fuentes
71	4.4	Calidad del agua y protección de las fuentes
73	4.5	Métodos de aforo
75	4.6	<b>Aspectos a considerar para la selección del nivel de servicio y de la opción tecnológica</b>
	4.6.1	Nivel de servicio
	4.6.2	Opciones tecnológicas
78	4.7	Algoritmo para la selección de tecnologías de Abastecimiento de agua
79	4.8	<b>Sistemas convencionales de abastecimiento de agua</b>
	4.8.1	Tipos de sistemas convencionales
83	4.9	Sistemas no convencionales de abastecimiento de agua
84		<b>Excretas</b>
84	4.10	<b>Aspectos a considerar para la selección de la opción tecnológica y nivel de servicio</b>
	4.10.1	Factores de selección
	4.10.2	Opciones tecnológicas
88	4.11	Algoritmo para la selección de tecnologías de excretas y aguas residuales
89	4.12	<b>Sistemas con recolección en red de tuberías</b>
	4.12.1	Tipos de sistemas
	4.13	Sistemas sin recolección en red de tuberías
	4.14	Mantenimiento de los sistemas de saneamiento
96		<b>Residuos</b>
96	4.15	Manejo integrado de residuos sólidos

Página

96	4.16	Manejo de residuos sólidos a nivel municipal
97	4.17	Problemas que generan los residuos sólidos
98	4.18	Los residuos sólidos en las zonas rurales
98	4.19	Aspectos a considerar para la selección de la opción tecnológica y nivel de servicio
100	4.20	Algoritmo para la selección de tecnologías de residuos sólidos
101	4.21	Proceso del manejo de basuras y opciones tecnológicas de tratamiento
103	4.22	Costos relativos de diferentes tecnologías

**TECNOLOGÍAS DE AGUA Y SANEAMIENTO APLICABLES A ZONAS RURALES**

104 **CAPÍTULO V: TECNOLOGÍAS PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO**

105	5.1	<b>Sistemas de pozos artesanos</b>
	5.1.1	Pozo artesanal con Bomba manual tipo Maya o Tara
	5.1.2	Pozo artesanal con Bomba New 6
	5.1.3	Pozo artesanal con Bomba manual tipo India Mark II
	5.1.4	Pozo artesanal con Bomba de lazo o mecate
120	5.2	<b>Otros sistemas no convencionales</b>
	5.2.1	Captaciones de agua de lluvia
	5.2.2	Arietes hidráulicos
130	5.3	<b>Tratamiento intradomiciliario del agua</b>
	5.3.1	Filtro lento de arena a nivel domiciliario
	5.3.2	Filtros de mesa de arena
135	5.4	<b>Tecnologías para la desinfección del agua</b>
	5.4.1	Ebullición ó calentamiento con combustible
	5.4.2	Desinfección por energía solar
	5.4.3	Aplicación de cloro en el hogar

142 **CAPÍTULO VI: TECNOLOGÍAS PARA DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES**

143	6.1	Letrina de Pozo Ventilado (VIP)
146	6.2	Letrina abonera seca ventilada (LASV)
149	6.3	Letrina de colector solar
152	6.4	Fosa Séptica
155	6.5	Trampa de grasas
157	6.6	Pozo de Absorción
160	6.7	Sumideros
161	6.8	Zanjas de absorción
164		<b>Tratamiento de aguas residuales de sistemas que usan tuberías de desagüe</b>
164	6.9.	Biofiltros
169	6.10	Lagunas de estabilización

## Página

172	<b>CAPÍTULO VII: TECNOLOGÍAS PARA RESIDUOS SÓLIDOS</b>	
173	7.1	<b>Cómpost casero</b>
	7.1.1	Preparación en forma confinada
	7.1.2	Preparación al aire libre
	7.1.3	Preparación de cómpost mediante lombricultura
175	7.2	<b>Cómpost comunitario en el medio rural</b>
	7.2.1	Método de montículos o pilas
	7.2.2	Producción de lombricómpost en planta
177	7.3	<b>Relleno sanitario manual</b>
	7.3.1	Estudios de campo y diseño
	7.3.2	Preparación del terreno y construcción de obras
	7.3.3	Operación y mantenimiento de los rellenos manuales
	7.3.4	Diseño a detalle de un relleno sanitario manual
194	<b>CAPÍTULO VIII: MISCELANEOS</b>	
195	8.1	<b>Estufas ahorradoras de leña y eliminadoras de humo intradomiciliar</b>
	8.1.1	Cocina Inkawasi
	8.1.2	Cocina Mejorada ITACA
	8.1.3	Cocina de cerámica ITACA
207	8.2	<b>Lavaderos comunitarios, piletas públicas y lavamanos rurales</b>
	8.2.1	Construcción de una pileta pública
	8.2.2	Construcción de lavamanos
214	Glosario	
219	Referencias bibliográficas	

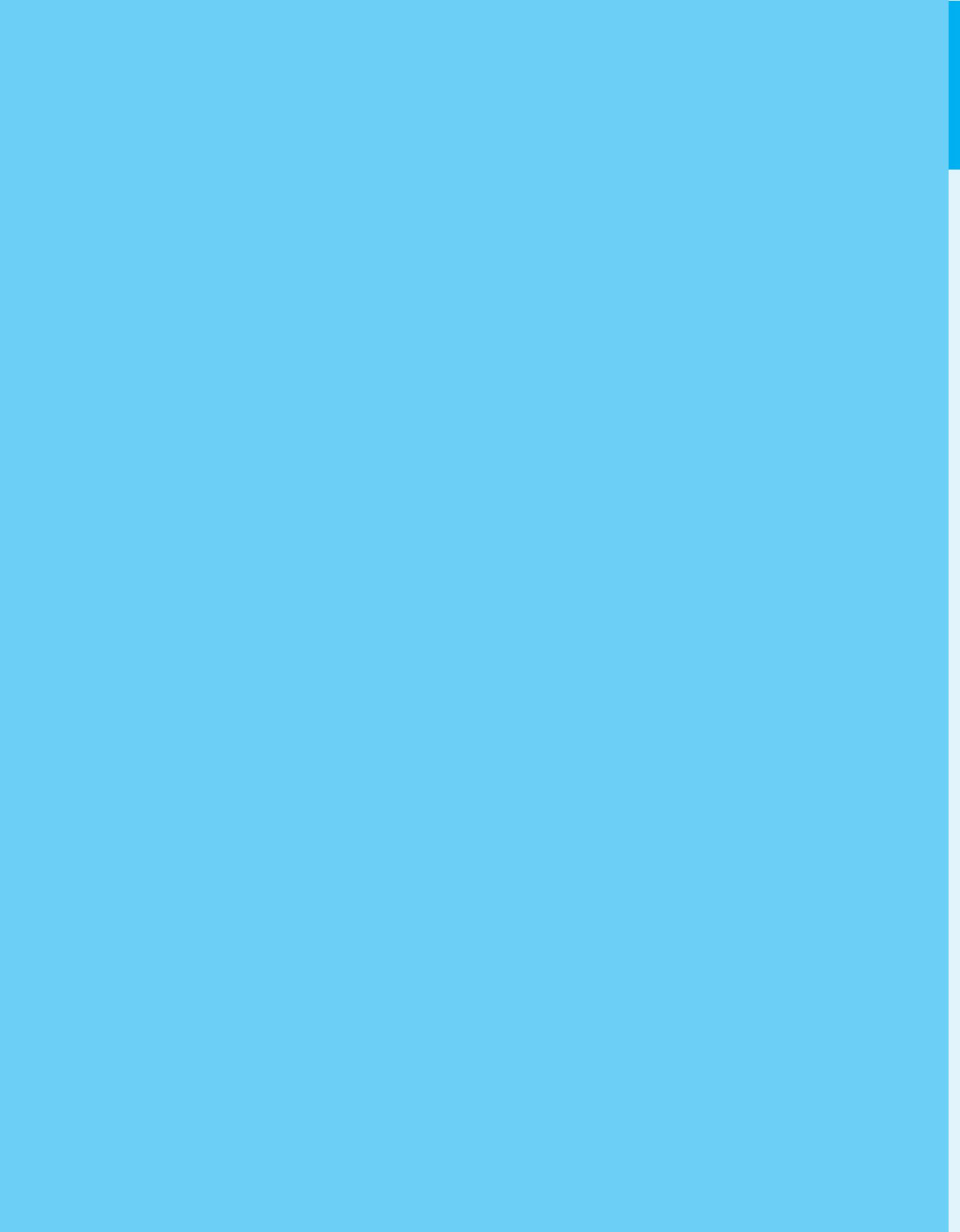
**E**sta guía tiene el propósito de reunir en un único documento conceptos que pudieran ser utilizados por los diferentes actores involucrados en el saneamiento básico de las zonas rurales. La guía fue preparada respondiendo al pedido de las autoridades del país, tanto del nivel nacional como local, que quieren hacer la diferencia en atender a las zonas rurales del país. Tales zonas, de acuerdo a la Encuesta Nacional Materno-Infantil 2007-2009 son las más vulnerables y tienen aún los mayores rezagos en el acceso a agua y saneamiento básico. Consideramos, por tanto, que este instrumento apoya el proceso de disminución de equidades, aportando directamente a los problemas de grupos de mayor vulnerabilidad y en rezago frente al resto de la población guatemalteca.

El documento se elaboró de manera que pudiera responder cabalmente y, de tal forma, ser utilizado por distintas clases de usuarios, desde actores situados en el nivel de toma de decisiones hasta el miembro de una comunidad. Para tal fin, se dio especial cuidado a lo siguiente. Por un lado, seleccionar aspectos que sería conveniente presentar a usuarios con distintas características, y por otro, definir la agrupación de los conceptos. Se colocaron así por separado y en capítulos diferentes aquellos aspectos que podrían ser útiles para cada uno de los auditorios a los cuales este documento se dirige. Esto facilitará que cada auditorio pueda encontrar juntos los aspectos de su competencia, sin necesidad de leer todo el documento.

Aunque la totalidad de esta Guía puede resultar de interés para los diferentes actores que intervienen en el saneamiento básico de las zonas rurales, tomando en cuenta lo mencionado en el párrafo anterior, consideramos conveniente mencionar que los capítulos I y II presentan información que podría ser de interés para todos los auditorios. El capítulo III contiene conceptos dirigidos a los responsables locales (municipio y comunidad). El capítulo IV puede ser útil para los tomadores de decisión y técnicos que seleccionaran la tecnología que se aplicará en una localidad específica. Por otro lado, los capítulos V al VIII están dirigidos especialmente a los responsables por diseñar, construir y/o mantener las tecnologías presentadas en los mismos.

Finalmente, deseamos manifestar que nos esforzaremos por hacer llegar esta Guía al mayor número posible de los actores, tanto a nivel nacional como local (municipio, centros de salud y comunidad), para que sus contenidos sean conocidos, interiorizados y traducidos en la práctica y así contribuir a mejorar la salud y calidad de vida de los habitantes de las zonas rurales del país.

Dr. Pier Paolo Balladelli  
Representante  
OPS/OMS Guatemala



# INTRODUCCIÓN

**E**sta Guía presenta información aplicable principalmente al nivel rural y pequeñas localidades que no cuentan con servicios convencionales de agua y saneamiento. Sus diferentes capítulos pueden ser útiles tanto a los tomadores de decisión a nivel nacional, como a los responsables locales. Por ello, se dio especial atención a redactarla de tal forma que sea amigable para los diferentes auditorios a los cuales se dirige (municipalidades, profesionales y técnicos que diseñan y construyen las tecnologías, usuarios responsables por la operación y mantenimiento de estas tecnologías ).

Los conceptos que se presentan no son nuevos pues han sido tratados en numerosas publicaciones de diferentes autores, sin embargo la novedad de esta Guía es que un único documento reúne todos los aspectos relacionados con este tema pudiendo, según el capítulo que vean, ser utilizado tanto por los tomadores de decisión como por el usuario de la tecnología en la comunidad.

Es así como en el primer capítulo se demuestra la importancia que el ambiente tiene para la salud de las personas, y todas las enfermedades que pueden originarse cuando existen condiciones deficientes en agua y saneamiento.

En el segundo capítulo se presentan datos que ilustran la relación del saneamiento básico con el desarrollo, la salud y la educación en Guatemala.

El tercer capítulo orienta sobre el rol y funciones de los Municipios, así como aspectos a tomar en cuenta para facilitar el desarrollo comunitario y especialmente la participación de la comunidad en todas las fases de un proyecto de agua y saneamiento.

El cuarto capítulo trata de dar una visión panorámica de todas las tecnologías usadas en el saneamiento básico indicando las ventajas y desventajas de cada una, pero destacando especialmente, los aspectos que deben considerarse para su sostenibilidad y selección de la tecnología más adecuada a la realidad de la comunidad en la cual se instalará.

Los capítulos 5, 6 y 7 presentan información detallada sobre cómo diseñar, construir, operar y/o mantener tecnologías aplicables a zonas rurales para agua, excretas y residuos. Destacándose que para seleccionar cuál de ellas sería la más apropiada para una comunidad específica, deben considerarse los aspectos presentados en el Capítulo IV.

Al último capítulo lo hemos denominado Misceláneos precisamente por la diversidad de los conceptos que presenta, los cuales siguen el mismo esquema de los 3 capítulos anteriores en el sentido de ilustrar detalladamente los pasos necesarios para su construcción, operación y mantenimiento.

Este capítulo trata de facilitar la mejora de la calidad del aire en el interior de las viviendas que suelen usar leña para cocinar, para lo cual presenta información sobre tres modelos de estufas ahorradoras de leña y eliminadoras de humo intradomiciliar.

También, y para el caso de aquellas comunidades en las cuales no existe abastecimiento de agua a nivel domiciliario se presenta un lavadero comunitario, y dos modelos de lavamanos que fueron instalados en escuelas de comunidades de Guatemala.

Finalmente consideramos necesario reconocer que, a excepción de los capítulos 1 y 2, la mayoría de los conceptos presentados en los otros capítulos de esta Guía han sido tomados de documentos producidos por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), y/o presentados en la página web de la Biblioteca Virtual en Desarrollo Sostenible y Salud ambiental (BVSDE) <http://www.bvsde.ops-oms.org>

Nuestra labor principal ha sido seleccionarlos, recopilarlos, agruparlos por temas, usos, y en varios casos complementarlos con gráficas y fotografías de experiencias de Latinoamérica y de Guatemala en particular.

# 1

CAPÍTULO

## AMBIENTE Y SALUD



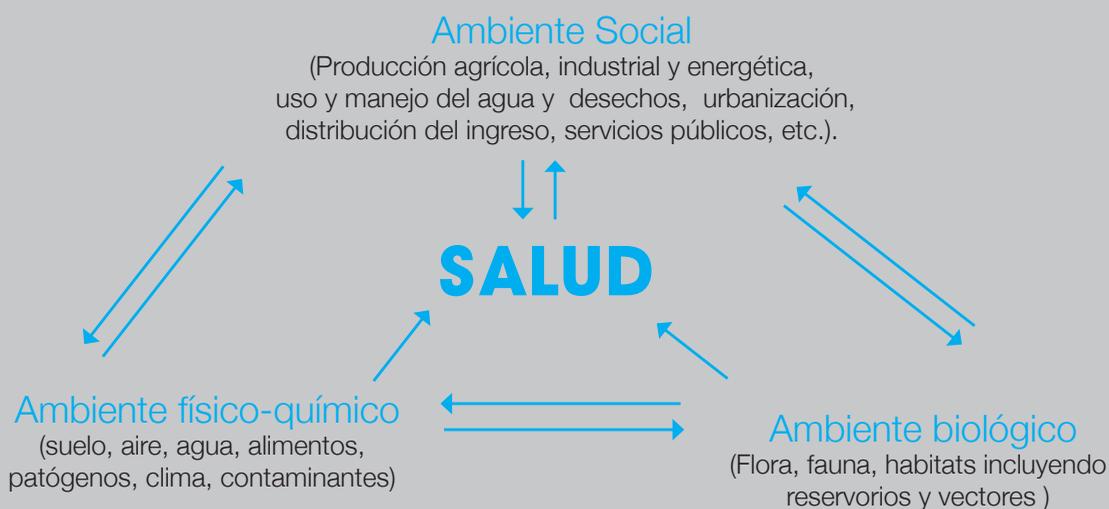
Fotografía cortesía de Carlos Oajaca

**COMO** todos los seres vivos, los seres humanos dependen del medio ambiente que los rodea para satisfacer sus necesidades de salud y supervivencia, y aunque presentan resistencia a acontecimientos o condiciones ambientales nocivos, su salud es vulnerable a dichas condiciones.

Cuando el medio ambiente deja de satisfacer las necesidades básicas y al mismo tiempo presenta numerosos riesgos, la calidad de vida y la salud de las personas se ve muy afectada.

En la siguiente Figura se trata de dar una idea de la complejidad de las interacciones ambientales con la salud.

### INTERACCION ENTRE LAS ACTIVIDADES HUMANAS Y EL MEDIO AMBIENTE FISICO, QUIMICO Y BIOLOGICO



Fuente: Organización PANAMERICANA DE LA SALUD. Nuestro planeta, nuestra salud: informe de la Comisión de Salud y Medio Ambiente de la OMS. OPS. 1993: 8.

## 1.1 PELIGROS AMBIENTALES PARA LA SALUD HUMANA

Para una mejor comprensión de cómo el “medio ambiente” puede tener “peligros” o representar “amenazas” para la salud humana, comenzamos por definirlos:

**Medio ambiente:** se refiere a todo lo que rodea a un objeto o a cualquier otra entidad. El hombre experimenta el medio ambiente en que vive como un conjunto de condiciones físicas, químicas, biológicas, sociales, culturales y económicas que difieren según el lugar geográfico, la infraestructura, la estación, el momento del día y la actividad realizada.

**Peligro:** es el potencial que tiene un agente ambiental para afectar la salud.

Los diferentes peligros ambientales pueden dividirse en “peligros tradicionales” ligados a la ausencia de desarrollo, y “peligros modernos”, dependientes de un desarrollo insostenible.

Una de las diferencias entre los peligros ambientales tradicionales y los modernos es que los primeros suelen manifestarse con rapidez relativa en forma de enfermedad. Por el contrario, muchos de los peligros modernos requieren largos períodos de

### EJEMPLOS DE PELIGROS TRADICIONALES PARA LA SALUD CONTRA PELIGROS MODERNOS

#### PELIGROS TRADICIONALES

*Relacionados con la pobreza y el desarrollo insuficiente*

- falta de acceso al agua potable
- saneamiento básico insuficiente en el hogar y en la comunidad
- contaminación de los alimentos por microorganismos patógenos
- contaminación del aire interior por el uso de carbón o combustibles de biomasa para cocina y calefacción.
- sistemas insuficientes y/o inadecuados de disposición de residuos sólidos.
- riesgos de accidentes laborales en la agricultura e industrias domésticas
- catástrofes naturales, como las inundaciones, los terremotos o las sequías.
- vectores de enfermedades, especialmente insectos y roedores.
- Viviendas y refugios insalubres
- Agentes infecciosos
- Deficiencias dietarias

#### PELIGROS MODERNOS

*Ligados a un “desarrollo rápido” (que no tiene en cuenta a la salud y el medio ambiente) y a un “consumo insostenible” de los recursos naturales.*

- contaminación del agua por los núcleos de población, la industria y la agricultura intensiva.
- contaminación del aire urbano por las emisiones de los motores de vehículos, las centrales energéticas de carbón y la industria
- acumulación de residuos sólidos y peligrosos.
- riesgos químicos y por radiación debidos a la introducción de tecnologías industriales y agrícolas.
- riesgos de enfermedades infecciosas nuevas y reemergentes.
- deforestación, degradación del suelo y otros cambios ecológicos importantes en los niveles locales y regionales.
- cambio climático, agotamiento de la capa de ozono de la estratosfera y contaminación transfronteriza .
- Humo de tabaco
- Alcohol
- Peligros por transporte
- Riesgos ocupacionales
- Dieta desbalanceada

Fuente: YASSÍ, A. y cols. Salud ambiental básica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2002: 71.

tiempo antes de manifestar sus efectos en la salud. En el cuadro anterior se muestran ejemplos de ambos tipos de peligros.

De lo anterior, podemos deducir que la relación entre la salud humana y el medio ambiente es muy compleja, pues cada uno de los peligros tradicionales y modernos se asocia a distintos aspectos del desarrollo social y económico.

Los peligros ambientales pueden producir un amplio abanico de efectos sobre la salud que varían de tipo, intensidad y magnitud según la clase de peligro, el nivel de exposición y el número de afectados. Las enfermedades más importantes suelen asociarse a más de un tipo de exposición, y para causar las enfermedades los peligros actúan junto con los factores genéticos, la nutrición, los riesgos del estilo de vida y otros factores.

## 1.2 EXPOSICIÓN Y RIESGOS

Los peligros ambientales, los niveles de exposición humana a estos peligros y los impactos que de ello resultan se correlacionan muy claramente, y cuando se investiga los efectos ocasionados por el medio ambiente sobre la salud, siempre se debe tener en consideración la naturaleza del peligro y los niveles de exposición al mismo.

Para visualizar mejor la problemática asociada es necesario tener muy clara la diferencia entre peligro y riesgo :

**Peligro es un “factor de exposición que puede afectar a la salud adversamente”.** Es un término cualitativo que expresa el potencial de un agente ambiental para dañar la salud de ciertos individuos si el nivel de exposición es lo suficientemente alto y/o si otras condiciones se aplican.

**Riesgo es la “probabilidad cuantitativa”** de que un efecto a la salud ocurra después de que un individuo ha sido expuesto a una cantidad específica de un peligro.

Los peligros ambientales que tienen un efecto directo sobre la salud humana pueden surgir tanto de fuentes naturales como antropogénicas (causadas por el hombre). Estos peligros pueden ser: biológicos, químicos y físicos. Sin embargo, la salud también puede afectarse por peligros biomecánicos (peligro de daños en el trabajo, en la agricultura, el hogar, en los deportes y por vehículos automotores) y peligros psicosociales (estrés, ruptura del estilo de vida, discriminación en el lugar de trabajo, efectos de cambios sociales, marginalización y desempleo). A nivel mundial, los factores ambientales incluyendo el hacinamiento, el saneamiento deficiente y el amplio uso de plaguicidas, contribuyen en forma importante para la ocurrencia de enfermedades.

Hay varias formas de enfocar el estudio de los peligros del ambiente para la salud. Una es examinando la “naturaleza del peligro”, el cual como ya mencionamos, puede ser biológico, químico, físico, mecánico o psicosocial. También pueden estudiarse por subtipos dentro de estas categorías. Por ejemplo, los peligros biológicos pueden dividirse en virus, bacterias, parásitos etc.

Otra forma de estudiar estos peligros puede ser por rutas de exposición: aire, agua, suelo, que a su vez pueden subdividirse, por ejemplo en agua subterránea, agua superficial etc. También pueden estudiarse de acuerdo al ambiente donde ocurren los peligros, por ejemplo: el hogar, el trabajo, la escuela o las comunidades.

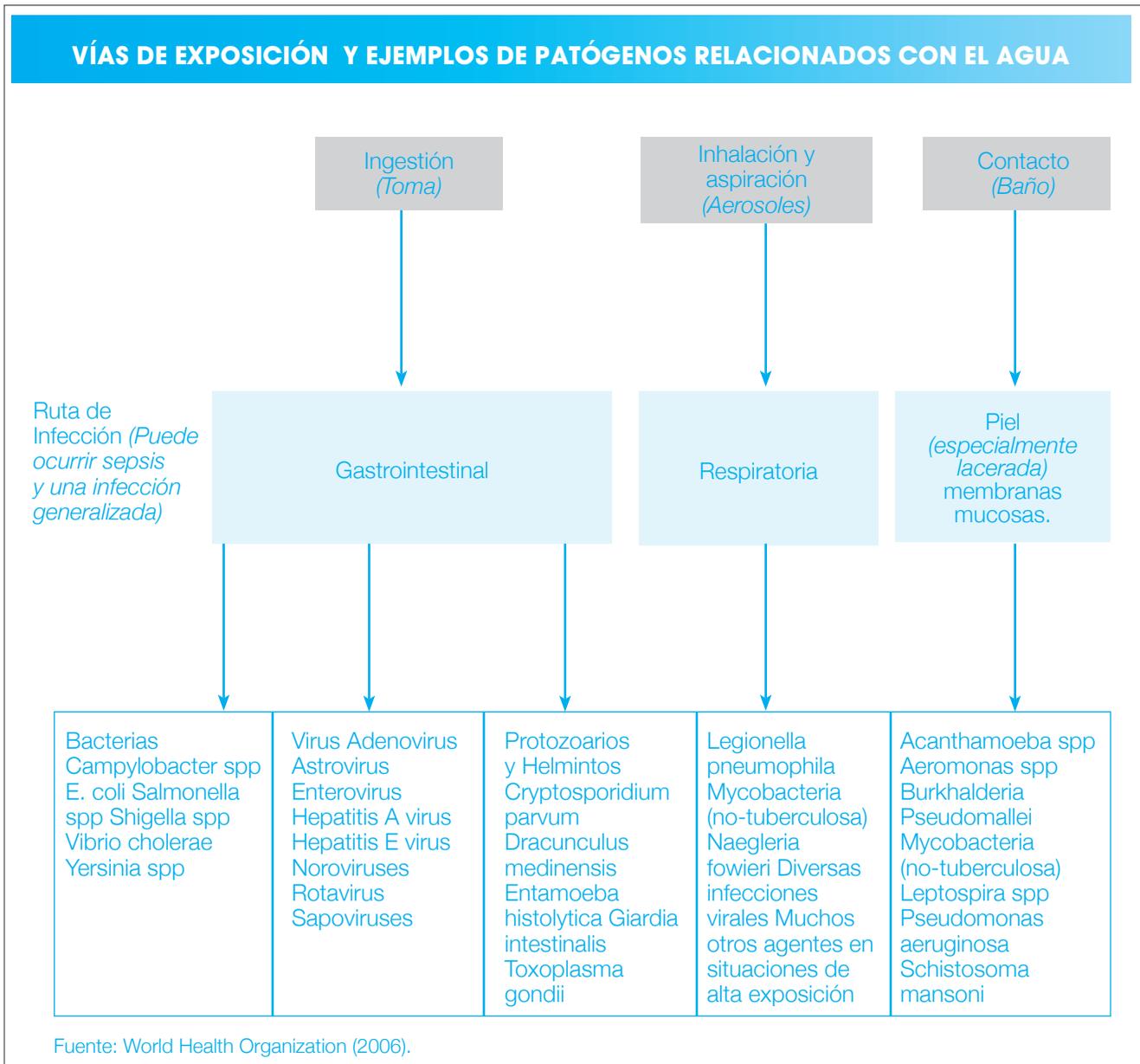
En el siguiente Cuadro se muestran los peligros biológicos, químicos y físicos por rutas de exposición y factores relacionados:

<b>PELIGROS BIOLÓGICOS, QUÍMICOS Y FÍSICOS POR RUTAS DE EXPOSICIÓN</b>			
	<b>BIOLÓGICOS</b>	<b>QUÍMICOS</b>	<b>FÍSICOS</b>
<b>AIRE</b>			
<i>Agente/Fuente</i>	Microorganismos	Humo, polvo, partículas	Radiaciones, ruido
<i>Factores vectoriales</i>	Exhalaciones, tos	Aire contaminado	Clima
<i>Rutas</i>	Inhalación, contacto	Ingestión, contacto	Exposiciones no resguardadas
<b>AGUA</b>			
<i>Agente/Fuente</i>	Microorganismos, materia orgánica en descomposición	Descargas, vertederos, lixiviados	Radiación
<i>Factores vectoriales</i>	Insectos, roedores, caracoles; excreta de animales; cadena alimentaria	Alimentos y agua contaminados	Accidentes; contaminación del agua y alimentos
<i>Rutas</i>	Mordeduras, ingestión, contacto	Ingestión, contacto	Ingestión, contacto
<b>TIERRA</b>			
<i>Agente/Fuente</i>	Organismos del suelo	Sólidos, líquidos	Radiación
<i>Factores vectoriales</i>	Materia orgánica en descomposición, que puede convertirse en fuente de vectores	Contaminación de alimento y agua; alimentos	Accidentes; contaminantes del agua y alimentos
<i>Rutas</i>	Contacto, picadas	Ingestión, contacto	Contacto, ingestión

Fuente: YASSÍ, A. y cols. Salud ambiental básica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2002: 72.

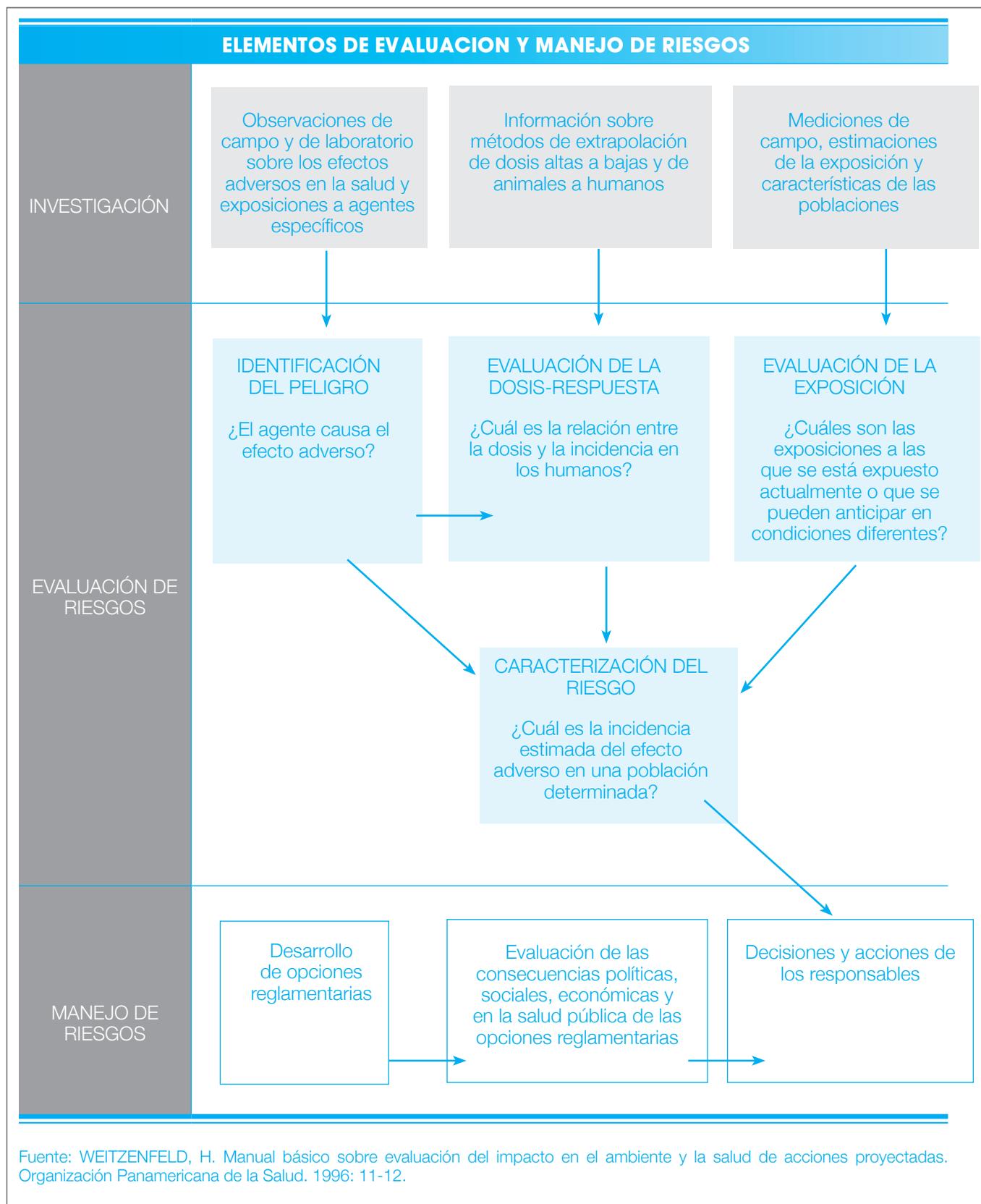
Los microorganismos patógenos que pueden estar presentes en el medio ambiente, según donde se encuentren, pueden ingresar al cuerpo humano del siguiente modo: vía

oral, vía respiratoria o por contacto. En el siguiente esquema se dan algunos ejemplos de patógenos y las formas en que podrían ingresar al cuerpo humano.



### 1.3 ELEMENTOS DE EVALUACIÓN Y MANEJO DE RIESGOS

En el siguiente Cuadro se presenta de forma integrada todos los elementos que deben considerarse en la Evaluación y manejo de los riesgos del ambiente para la salud.



## 1.4 USOS DEL AGUA Y CONTAMINACIÓN

El agua cumple un rol muy importante para nuestra supervivencia, ya que no importa quienes somos, donde estamos o que hacemos, todos dependemos del agua. La necesitamos todos los días: para beber, producir alimentos, transportarnos, la irrigación y la industria. También la necesitamos para los animales y las plantas,

para dar vida a la naturaleza, y para el cambio de las estaciones.

Lo anterior nos da una idea del impacto que podría generarse sobre nuestra calidad de vida y salud, si el agua no reúne las condiciones adecuadas (*en cantidad y calidad*) para su uso.

Como ilustración del rol mencionado, en el siguiente cuadro se presentan algunos ejemplos de usos del agua y la cantidad necesaria para cada actividad.

CONSUMO DE AGUA EN ACTIVIDADES ESPECÍFICAS	
Producto o uso	Litros de agua necesarios
1 litro de cerveza	5 a 25
1 kg cemento	35
1 kg estreptomicina	4 millones
Fabricar un automóvil	35,000
1 kg de trigo	1,500
1 kg de arroz	4,500
1 kg algodón	10,000
Limpiar 1m2 de un mercado	5
Lavado de ropa con lavadora	50 a 120
Regar 1 m2 de jardín	17

En el cuadro que sigue se presenta la relación existente entre diferentes usos del agua y la calidad de la misma.

ESLABONES ENTRE LAS CATEGORÍAS DE USO DEL AGUA Y CALIDAD DE AGUA
<p><b>a) Usos que afectan la calidad del agua</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MUNICIPAL: descarga de residuales, escurrimiento pluvial</li> <li>• AGRÍCOLA: disposición de estiércol, agroquímicos, descarga de agua de drenaje</li> <li>• INDUSTRIAL: efluentes de aguas residuales, descarga de agua de enfriamiento, drenaje de ácido de minas</li> </ul>
<p><b>b) Usos afectados por la calidad del agua</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MUNICIPAL: usos públicos y domésticos, potabilidad</li> <li>• AGRÍCOLA: suministro de cultivos domésticos, abrevadero, irrigación</li> <li>• INDUSTRIAL: alimentos y otros procesamientos, alimentación de ebullidores, enfriamiento, minería</li> <li>• RECREACIONAL: deportes de contacto con el agua, disfrute estético, pesquería</li> <li>• VIDA ACUÁTICA: vida salvaje y acuática, pesca, pantanos y hábitat de humedades, acuicultura</li> </ul>
<p><b>c) Usos poco o nada afectados por la calidad del agua y usualmente con menos impacto sobre su calidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• COMERCIAL: generación de energía hidráulica, navegación</li> <li>• RECREACIONAL: paseo en barco</li> </ul>

Fuente: YASSÍ, A. y cols. Salud ambiental básica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2002: 280.

Hay una relación inseparable entre la calidad y la cantidad del agua. Especialmente en los últimos decenios la calidad natural de los cursos de agua ha sufrido un gran deterioro por el impacto de las actividades humanas y usos del agua. La mayoría de las situaciones de contaminación han evolucionado

gradualmente hasta que han llegado a ser visibles y medibles. Las fuentes más importantes de contaminación del agua han sido las aguas residuales domésticas, los efluentes industriales y agrícolas, los escurrimientos pluviales y las tormentas. El siguiente gráfico ilustra lo mencionado.



## 1.5 AGUA Y SALUD

Cuando se manejan recursos hídricos se deben considerar los riesgos asociados al consumo del agua. Estos pueden ser colectivos o individuales, inmediatos o a largo plazo. Durante todo el ciclo del agua, las descargas aisladas o la contaminación generalizada – ya sea industrial, agrícola o urbana- pueden reducir la calidad del agua y tornarla total o parcialmente inadecuada para su uso.

### Riesgos a corto plazo

Son el resultado de la contaminación del agua por elementos químicos o

microbiológicos que pueden suscitar trastornos en un período que va desde unas pocas horas hasta varias semanas después de la ingestión. Por la magnitud de los riesgos microbiológicos existentes, si se comparan con los riesgos químicos a corto plazo, éstos aunque importantes no son significativos. Las personas pueden exponerse a un riesgo cuando hacen uso del agua para las siguientes actividades:

- consumo (alimentos y bebidas)
- recreación
- exposición a aguas residuales y aerosoles
- usos médicos

Además de los riesgos netamente accidentales, los riesgos principales para la salud están relacionados con la contaminación. Esta puede ser:

- **microbiológica (bacterias, virus, parásitos)**
- **química (metales, plaguicidas, subproductos de desinfección etc.)**
- **relacionada con toxinas (toxinas producidas por algas, etc)**

### Riesgos a mediano y largo plazo

Son principalmente de origen químico y pueden producir diversos efectos e intoxicación durante meses, años o incluso decenios. Los casos de intoxicación humana a largo plazo con plaguicidas u otros productos orgánicos generalmente están relacionados con los lugares de trabajo de las personas.

Cuando ciertas sustancias tóxicas tales como el plomo, cadmio y mercurio son descargadas al ambiente natural (aire, suelo, agua) pueden ingresar a la cadena alimentaria. Esto comienza desde el plancton, pasa a los peces, a las plantas que son regadas con esa agua, a los animales que se alimentan de ellas, hasta llegar al hombre que se alimenta con los animales, verdura y agua contaminadas.

Los efectos adversos sobre la salud humana ocasionados por el agua pueden dividirse en cuatro categorías:

- **Enfermedades transmitidas por el agua**
- **Enfermedades con base ú originadas en el agua**
- **Enfermedades de origen vectorial relacionadas con el agua**
- **Enfermedades vinculadas a la escasez de agua**

### Enfermedades transmitidas por el agua

Son aquellas causadas por el agua contaminada por desechos humanos, animales o químicos. ( cólera, fiebre tifoidea, shigella, poliomielitis, meningitis, hepatitis, diarrea) . En general, la mayoría se puede prevenir con un tratamiento del agua antes de consumirla.

### Enfermedades con base ú originadas en el agua

Son causadas por organismos acuáticos que pasan una parte de su ciclo vital en el agua y otra parte como parásitos de animales. (esquistosomiasis, etc). Los causantes de estas enfermedades son una variedad de gusanos trematodos, tenias, lombrices intestinales y nematodos del tejido, denominados colectivamente helmintos que infectan al hombre. Aunque estas enfermedades normalmente no son mortales, impiden a las personas llevar una vida normal y merman su capacidad para trabajar.

### Enfermedades de origen vectorial relacionadas con el agua

Son aquellas enfermedades transmitidas por vectores como los mosquitos, que se crían y viven cerca de aguas contaminadas y no contaminadas.

Millones de personas padecen infecciones transmitidas por estos vectores que infectan al hombre con malaria, fiebre amarilla, dengue, filariasis etc. La incidencia de estas enfermedades parece estar aumentando. Hay muchas razones para ello: la gente está desarrollando resistencia a los medicamentos que ayudan a combatir la malaria; los mosquitos están desarrollando resistencia a los insecticidas; los cambios medioambientales están creando nuevos lugares de cría. Por otra parte la migración, el cambio climático y la creación de nuevos hábitats provocan que menos gente desarrolle una inmunidad natural a estas enfermedades.

## Enfermedades vinculadas a la escasez de agua

Se propagan en condiciones de escasez de agua dulce y saneamiento deficiente (tracoma, dermatitis de contacto, etc). Estas enfermedades están teniendo un gran avance a través del mundo, pero pueden controlarse fácilmente con una mejor higiene, para lo cual es imprescindible disponer de suministros adecuados de agua potable.

## Calidad del agua y nutrición

En general, 50% (39—61%) de la carga de enfermedad asociada a la mala nutrición puede atribuirse al ambiente, y en particular, a la mala calidad del agua, el saneamiento y la higiene. La mala nutrición incrementa la vulnerabilidad y el riesgo de eventos adversos de salud, particularmente en los niños. Los

niños mal nutridos suelen tener episodios más frecuentes de diarrea y son más susceptibles a las enfermedades infecciosas, como la meningitis y las infecciones respiratorias. También tienen un peor pronóstico en relación con todas las enfermedades infecciosas (con la excepción del HIV).

## 1.6 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA Y LAS EXCRETAS

Para ilustrar lo indicado en párrafos anteriores, en los dos cuadros siguientes se presentan un Listado de enfermedades y luego otro que destaca las medidas aplicables al control de las enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento.

ENFERMEDAD	NOMBRE COMÚN	AGENTE PATÓGENO	TRANSMISIÓN PERSONA A PERSONA	DISTRIBUCIÓN	MEDIDAS PREVENTIVAS
Enteritis Bacteriana	Diarrea, gastroenteritis	<i>Campylobacter Jejuni</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i>	Fecal-oral, de persona a persona o de animal a persona	Por todo el mundo, particularmente sería y común entre los niños	-mejor calidad y cantidad de agua -mejor disposición de excretas -mejor higiene personal, doméstica y en los alimentos
Shigelosis	Disentería bacilar	<i>Shigella spp.</i>	Fecal-oral, de persona a persona	Todo el mundo	-mejor calidad y cantidad de agua -mejor disposición de excretas -mejor higiene personal, doméstica y en los alimentos
Cólera	Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	Fecal-oral, de persona a persona	Muy extendida, fuera de N. y S. América. Potencialmente en todo el mundo	-mejor calidad y cantidad de agua -mejor disposición de excretas -mejor higiene personal, doméstica y en los alimentos -uso de medicinas
Paratifoidea	Paratifoidea	<i>Salmonella paratyphi</i>	Fecal-oral, de persona a persona	Todo el mundo	-mejor calidad y cantidad de agua -mejor disposición de excretas -mejor higiene personal, doméstica y en los alimentos -uso de medicinas
Leptospirosis	Enfermedad de Well	<i>Leptospira spp.</i>	Excretada por animales (especialmente roedores) con la orina infectan al hombre a través de la piel	Todo el mundo	-evitar contacto con cualquier materia que contenga orina (especialmente de rata)

Fiebre recurrente transmitida por piojos		<i>Borrelia recurrentis</i>	La transmiten los piojos, de persona a persona	Todo el mundo, esp. las zonas pobres de las altas montañas de África, Asia y América Latina	-mayor disponibilidad de agua -mayor limpieza corporal -lavado frecuente de la ropa -programas de educación sanitaria
Hepatitis A	Hepatitis infecciosa o ictericia	<i>Virus de la Hepatitis A</i>	Fecal-oral, de persona a persona	Todo el mundo	-mayor disponibilidad de agua -mayor limpieza personal y doméstica -vacunación
Poliomielitis	Polio	<i>Poliovirus</i>	Fecal-oral, de persona a persona	Todo el mundo	-vacunación
Diarrea viral	Diarrea	<i>Rotavirus, agente de Norwak, otros virus</i>	Fecal-oral, de persona a persona	Todo el mundo	- mejor calidad y cantidad de agua - mejor disposición de excretas - mejor higiene personal, doméstica y de los alimentos
Dengue	Fiebre quebranta-huesos	<i>Virus del dengue</i>	Transmitido por mosquito <i>Aedes aegypti</i> y otras especies de <i>Aedes</i> , de persona a mosquito a persona	Casi todo el mundo. Una nueva forma severa (dengue hemorrágico) se da en algunos países	- vacunación - planes de abastecimiento de agua y disposición de excretas que eliminen los lugares de reproducción de los mosquitos - repelentes y mosquiteros
Fiebre amarilla		<i>Virus de la fiebre amarilla</i>	Transmitida por el mosquito <i>Aedes aegypti</i> y otras esp. de <i>Aedes</i> de persona a mosquito a persona	Mayoría de ciudades cálidas del mundo	-vacunación - planes de abastecimiento de agua y disposición de excretas que eliminen los lugares de reproducción de los mosquitos - repelentes y mosquiteros
Otras arbovirosis		<i>Gran cantidad de virus que producen infecciones encefalíticas y hemorrágicas</i>	Princ. infec. de los animales, transmitidas por artrópodos que infectan picando o mordiendo al hombre Ej. mosquitos, garrapatas, etc.	Todo el mundo	-vacunación -planes de abastecimiento de agua y disposición de excretas que eliminen lugares de reproducción de los mosquitos -repelentes y mosquiteros
Tipo Transmitido por piojos	Tipo clásico o epidémico	<i>Rickettsia prowazeki</i>	Transmitida por piojos, de persona a piojo a persona	Todo el mundo, especialmente zonas montañosas pobres de Europa, Asia y América Latina	-mayor disponibilidad de agua -mayor limpieza personal -lavado frecuente de ropa -programas de educación en salud
Amibiasis	Disenteria amibiana	<i>Entamoeba histolytica</i>	Fecal-oral, de persona a persona	Todo el mundo	-mayor calidad y cantidad agua -mejor disposición de excretas -mayor higiene personal, doméstica y de los alimentos
Balantidiasis	Diarrea	<i>Balantidium coli</i>	Fecal-oral, de persona a cerdo a persona	Todo el mundo	-mayor calidad y cantidad de agua -mejor disposición de excretas -mayor higiene personal, doméstica y de los alimentos

Giardiasis	Diarrea	<i>Giardia lamblia</i>	Fecal-oral, de persona a persona	Todo el mundo	-mayor calidad y cantidad de agua -mejor disposición de excretas -mayor higiene personal, doméstica y de los alimentos
Malaria	Malaria	<i>Plasmodium spp.</i>	Transmitida por mosquitos Anófeles, de persona a mosquito a persona	Mayoría de zonas cálidas del mundo aunque se ha erradicado algunas	-uso de drogas supresivas -repelentes y mosquiteros -uso de larvicidas y aceites -eliminar aguas estancadas
Tripanosomiasis	Enfermedad de Chagas	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Transmitida por chinches (Reduviidae), de persona a animal a chinche a persona	América Latina	
Ascaris	Lombrices	<i>Ascaris lumbricoides</i>	De persona a suelo a persona	Todo el mundo	-mejor higiene -mejor disposición y tratamiento de excretas
Difilobotriasis	Tenia del pescado	<i>Diphyllobothrium latum</i>	Persona, animal o copépodo a pescado a persona	Todo el mundo	-cocinar bien el pescado o las plantas acuáticas antes de comerlas -mejorar tratamiento de excretas antes de descargarlas en lagunas de estabilización
Enterobiasis	Lombrices	<i>Enterobius vermicularis</i>	De persona a persona	Todo el mundo	-mejor higiene personal y doméstica -disminución de hacinamiento
Himenolipsiasis	Tenia enana	<i>Hymenolepis nana</i>	Persona o roedor a persona	Todo el mundo	-mejor higiene personal -mejores métodos de disposición de excretas -tratamiento con drogas
Anquilostomiasis	Anquilostomiasis	<i>Ancylostoma duodenale</i> , <i>Necator americanus</i>	De persona al suelo a persona	Principalmente en climas húmedos y cálidos	-tratamiento de excretas antes de echarlas en la tierra -mejores hábitos de higiene
Paragoniamiasis	Duela pulmonar	<i>Paragonimus wastermani</i>	Del cerdo, persona, perro, gato o animal a caracol acuático cangrejo a persona	Este de Asia y algunos focos dispersos en África y América del Sur	-evitar que las excretas sin tratar lleguen a agua superficial. -cocinar bien el pescado y los cangrejos antes de comerlos
Esquistosomiasis	Bilaziosis	<i>Schistosoma haematobium</i>  <i>S. mansoni</i>  <i>S. japonicum</i>	Persona a caracol  Persona a caracol a persona Persona o animal a caracol a persona	África, Oriente Medio y la India África, Oriente Medio y América Latina Sudeste de Asia	-disminuir el contacto con el agua -control de caracoles -programas de educación sanitaria -mantener orina y excretas fuera de lagunas, canales y arroyos -proporcionar inodoros
Estrongiloidiasis	Gusano barrenador	<i>Strongyloides stercoralis</i>	Persona a suelo a persona	Principalmente en climas cálidos y húmedos	-tratar las excretas antes de usarlas en la agricultura -uso de calzado -proporcionar inodoros

Teneasis	Solitaria de la res	<i>Taenia saginata</i>	Persona a vaca a persona	Todo el mundo	-proporcionar inodoros -tratamiento de excretas antes de aplicarlas a la tierra -inspección y buena cocción de las carnes
	Solitaria del cerdo	<i>Taenia solium</i>	Persona a cerdo a persona	Todo el mundo	
Tricuriasis	Tricocéfalos	<i>Trichuris trichiura</i>	Persona a suelo a persona	Todo el mundo	-mejor disposición de excretas -tratamiento de excretas antes de aplicarlas a la tierra -inspección y buena cocción de las carnes
+Filariasis (Bancrofti)	Puede causar la elefantiasis	<i>Wuchereria bancrofti</i>	Transmitida por mosquitos, principalmente <i>Culex pipiens</i> , <i>Anopheles spp.</i> , y <i>Aedes spp.</i> , de persona a mosquito a persona	Todo el mundo	-evitar uso de caños superfic. para aguas negras -uso de aceites a insecticidas -eliminar vegetación de lagunas de estabilización de aguas residuales
Oncocercosis	Ceguera del río	<i>Onchocerca volvulus</i>	Transmitida por moscas negras ( <i>Simulium spp.</i> ), persona a mosca a persona	América Latina, África y Yemen	-usar ropa protectora y repelente -tratar con químicos los lugares de reproducción

Fuente: BANCO MUNDIAL. Información y capacitación en abastecimiento de agua y saneamiento de bajo costo: aspectos del abastecimiento de agua y el saneamiento relacionados con la salud: guía para participantes (3.1). Cepis. 1988: 29-31.

## ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA Y EL SANEAMIENTO Y SU CONTROL

INFECCIONES	Importancia de las diferentes medidas de control							Importancia de la salud pública
	Calidad del agua	Disponibilidad del agua	Disposición de excretas	Tratamiento de excretas	Limpieza personal y doméstica	Drenaje y disposición de desechos y basura	Higiene de los alimentos	
<b>1. Enfermedades diarreicas y fiebres entéricas</b>								
Agentes virales	2	3	2	1	3	0	2	3
Agentes bacteriales	3	3	2	1	3	0	3	3
Agentes protozoarios	1	3	2	1	3	0	2	2
<b>2. Poliomielitis y hepatitis A</b>								
	1	3	2	1	3	0	1	3
<b>3a. Gusanos sin huésped intermediario</b>								
Ascaris y Trichuris	0	1	3	2	1	1	2	2
Anquilostoma	0	1	3	2	1	0	1	3
<b>3b. Gusanos con etapas intermedias acuáticas</b>								
Esquistosomiasis	1	1	3	2	1	0	0	3

Gusano de Guinea	3	0	0	0	0	0	0	2
Gusanos con dos etapas intermedias acuáticas	0	0	2	2	0	0	3	1
<b>3c. Tenias de la res y el cerdo</b>								
	0	0	3	3	0	0	3	2
<b>4. Enfermedades de la piel, los ojos y las transmitidas por piojos</b>								
	0	3	0	0	3	0	0	2
<b>5. Infecciones diseminadas por insectos relacionados con el agua</b>								
Malaria	0	0	0	0	0	1	0	3
Fiebre amarilla y dengue	0	0	0	0	0	1	0	3
Filariasis Brancofti	0	0	3	0	0	3	0	3
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	

0= ninguna importancia / 1= poca importancia / 2= importancia moderada / 3= mucha importancia

En esta tabla se enumeran las infecciones, indicando la importancia relativa de las medidas preventivas en las que están involucrados el abastecimiento de agua, el saneamiento ambiental y la educación sanitaria. Resumiendo, cada columna da una guía aproximada de la importancia relativa de las medidas preventivas tomadas en cuenta: calidad del agua 11, disponibilidad del agua 18, disposición de excretas 25, tratamiento de excretas 15, limpieza personal y doméstica 18, drenaje y disposición de desechos 6, higiene en los alimentos 17.

La conclusión importante que se saca de esto es que el impacto del abastecimiento de agua en la salud, por sí solo, es limitado. Sin embargo, los programas cuidadosamente diseñados, que combinan la calidad del agua con mejoras en la disponibilidad del agua, saneamiento y educación sanitaria tienen posibilidades de éxito.

Fuente: BANCO MUNDIAL. Información y capacitación en abastecimiento de agua y saneamiento de bajo costo: aspectos del abastecimiento de agua y el saneamiento relacionados con la salud: guía para participantes (3.1). Cepis. 1988: 32.

## 1.7 RESIDUOS SÓLIDOS Y SALUD

Los residuos sólidos entran en contacto directo o indirecto con el hombre en las distintas etapas de su ciclo de manejo. Por lo tanto los grupos expuestos comprenden: la población de las zonas sin servicio de recolección, sobre todo los niños en edad preescolar; los trabajadores de la limpieza, los trabajadores de los centros que producen materiales tóxicos o infecciosos; las personas que viven cerca de los vertederos o basureros y las poblaciones cuyo suministro

de agua resultó contaminado por vertidos o filtraciones de líquidos percolados. Además, el vertido industrial de residuos peligrosos que se mezcla con las basuras domésticas puede hacer que la población se vea expuesta a amenazas de origen químico o radiactivo.

Los riesgos que los desechos sólidos no recolectados tienen para la salud son evidentemente mayores para las personas que habitan en zonas sin cobertura de los servicios de recolección y barrido. Los niños de edad preescolar son los más expuestos a sufrir lesiones, intoxicaciones o infecciones, puesto que suelen entrar en contacto

con estos residuos en las calles o en los basureros no oficiales.

**Las basuras orgánicas domésticas suponen un riesgo especial para la salud, ya que su fermentación crea las condiciones idóneas para la supervivencia de microorganismos, sobre todo cuando se mezclan con las excretas humanas en ausencia de sistemas de saneamiento. Estos residuos orgánicos proporcionan también nutrición y un medio ambiente natural para los insectos, roedores y otros animales que son portadores potenciales de gérmenes.**

Al mismo tiempo, la acumulación de basuras obstruye los desagües y facilita las inundaciones o el estancamiento del agua, lo que favorece el habitat y la proliferación

de los vectores de algunas enfermedades tropicales. Sin embargo, aun cuando exista un sistema de recolección de basuras, su manipulación incorrecta entraña riesgos para la salud de muchas personas.

Por ejemplo, el agua de los pozos destinada al consumo doméstico puede sufrir contaminación bacteriana o química a partir de los residuos arrojados en los mismos pozos o en sus proximidades.

El vertido directo de residuos sólidos no tratados en ríos, lagos, o mares provoca también la acumulación de sustancias tóxicas en la cadena alimentaria, a través de su captación por animales y plantas. En el siguiente cuadro figuran las enfermedades infecciosas que se diseminan a causa de la mala gestión de los residuos sólidos.

ALGUNAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS RELACIONADAS CON LOS RESIDUOS SÓLIDOS			
Tipo de residuos	Enfermedades según la causa		
	Bacterias	Virus	Parásitos/hongos
Objetos punzantes infectados sobre todo por residuos de hospitales	Estafilococemia Estreptococemia Tétanos	Hepatitis B Hepatitis C Sida	
Polvos infectados procedentes de residuos	Carbunco Neumonía	Tracoma * Conjuntivitis Neumonía	Micosis
Vectores que viven o se reproducen en charcos relacionados con desechos		Dengue Fiebre Amarilla	Malaria, filariasis Esquistosomiasis
Animales salvajes o abandonados y roedores que se alimentan de los desechos	Peste	Rabia	Leishmaniasis Hidatidosis

\* por Chlamydia

Fuente: ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. OPS. 2000:107.

El manipuleo de los residuos sólidos conlleva riesgos para la salud y puede dar lugar a infecciones, enfermedades crónicas, y accidentes. En el siguiente Cuadro

figuran algunos de los riesgos a los que están expuestos los trabajadores de estos servicios.

## RIESGOS OCUPACIONALES ASOCIADOS A LA MANIPULACIÓN DE LOS RESIDUOS

### INFECCIONES

- infecciones cutáneas y de la sangre debidas al contacto directo con los desechos y a partir de heridas infectadas
- infecciones oculares y respiratorias secundarias a la exposición a polvos infectados, especialmente durante las operaciones de descarga en vertederos
- zoonosis debidas a las mordeduras de animales salvajes o abandonados que se alimentan de las basuras
- infecciones intestinales transmitidas por moscas que se alimentan de las basuras

### ENFERMEDADES CRÓNICAS

- los operadores de las incineradoras corren mayor riesgo de enfermedades respiratorias crónicas, incluido el cáncer secundario a la exposición a polvos y compuestos peligrosos

### ACCIDENTES

- trastornos musculo esqueléticos debidos al manejo de contenedores pesados
- heridas, casi siempre infectadas, debidas al contacto con objetos punzantes
- intoxicaciones y quemaduras químicas por el contacto con pequeñas cantidades de residuos químicos peligrosos mezclados con los desechos generales
- quemaduras y otras lesiones por accidentes laborales en las instalaciones de eliminación de desechos o por explosiones de gas metano en los vertederos.

Fuente: ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. OPS. 2000:107.

En el cuadro que sigue se muestra cómo la mejora en el manejo de los residuos permite controlar a los vectores presentes

en el mismo, y consecuentemente a las enfermedades que éstos transmiten.

## ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LOS RESIDUOS Y SU CONTROL

Categoría	Enfermedades	Control
Enfermedades relacionadas con insectos vectores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infecciones transmitidas por moscas o cucarachas.</li> <li>• Filariasis</li> <li>• Tularemia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora del almacenamiento, recolección y disposición de residuos</li> </ul>
Enfermedades relacionadas con vectores roedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peste</li> <li>• Leptospirosis</li> <li>• Otras enfermedades relacionadas con la vivienda, agua y excretas transmitidas por vectores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora del almacenamiento, recolección y disposición de residuos</li> <li>• Control de roedores</li> </ul>

Fuente: HELLER, L. Saneamiento y Salud. Organización Panamericana de la Salud. 1997:22.



Fotografía cortesía de Guillermo Hegel

# 2

CAPÍTULO

## RELACIÓN DEL SANEAMIENTO BÁSICO CON EL DESARROLLO, LA SALUD Y LA EDUCACIÓN EN GUATEMALA<sup>1</sup>



Fotografía cortesía de Carlos Oajaca



## 2.1 CONTEXTO DE PAIS

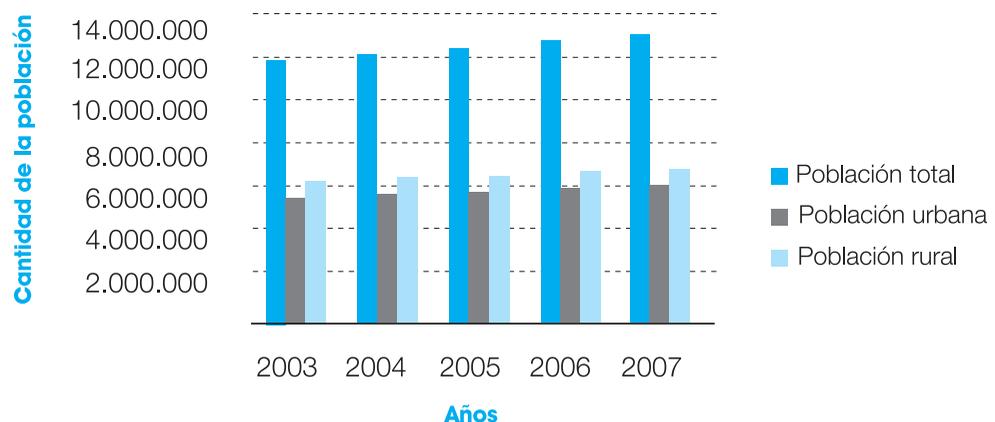
### 2.1.1 Contexto de la población

Según estimaciones del Instituto Nacional de Estadística –INE–, la población proyectada para el 2007 fue de 13.3 millones. De esta cifra se estima que 7.03 millones se encuentran en el área rural, y 6.3 millones de habitantes en el área urbana.

1 Fuente: Red de agua y saneamiento de Guatemala RASGUA. Valoración estratégica sobre la importancia del agua potable y el saneamiento básico para el desarrollo, la salud y la educación en Guatemala. 2007: 65 p.

**EN** el último censo de población (2002) realizado en el país se señala que 45% de la población es indígena y 55% no indígena, de esa población indígena hay 21 etnias con un número similar de expresiones socioculturales e idiomas. La mayoría de la población guatemalteca vive en el área rural, lo cual representa el 54% de la población total.

**POBLACION TOTAL, URBANA Y RURAL 2003-2007**



Fuente: Elaboración propia (1) en base a datos del INE. Estimaciones y proyecciones de la población 1950-2050.



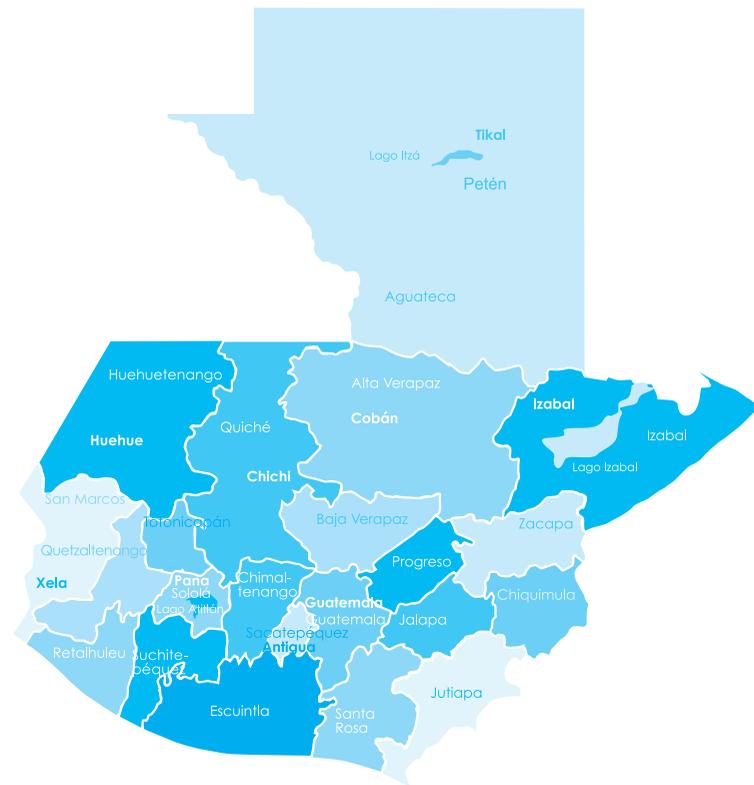
Según puede observarse en la figura anterior Guatemala cuenta con una población bastante joven, pues la población menor de 15 años representa el 42.61% del total de la población, los de 15 a 39 años el 38.78 % y los de más de 40 años, apenas el 18.63%. La población joven se concentra en los grupos de menor edad: de 0 a 4 años son más de 2 millones y de 5 a 9 años 1.9 millones de niños y niñas. De los 4 millones de niños y niñas que viven en el país, más de dos millones de ellos son pobres y viven en el área rural. Es probable que más de un millón de niños y niñas no cuenten con servicios de agua potable y saneamiento en el país. Esto repercute directamente en su educación, salud y desarrollo.

### 2.1.2 Aspectos sociales

De acuerdo a la última “Encuesta nacional de condiciones de vida (ENCOVI 2000)”, la incidencia de la pobreza<sup>2</sup> golpea más a los indígenas y principalmente a los que viven en el área rural. La encuesta del 2000, señala que para ese año había 6.4 millones de personas bajo la línea de pobreza, y según proyecciones en el 2006 habían 6.8 millones de pobres y de estos más de 2 millones en extrema pobreza.

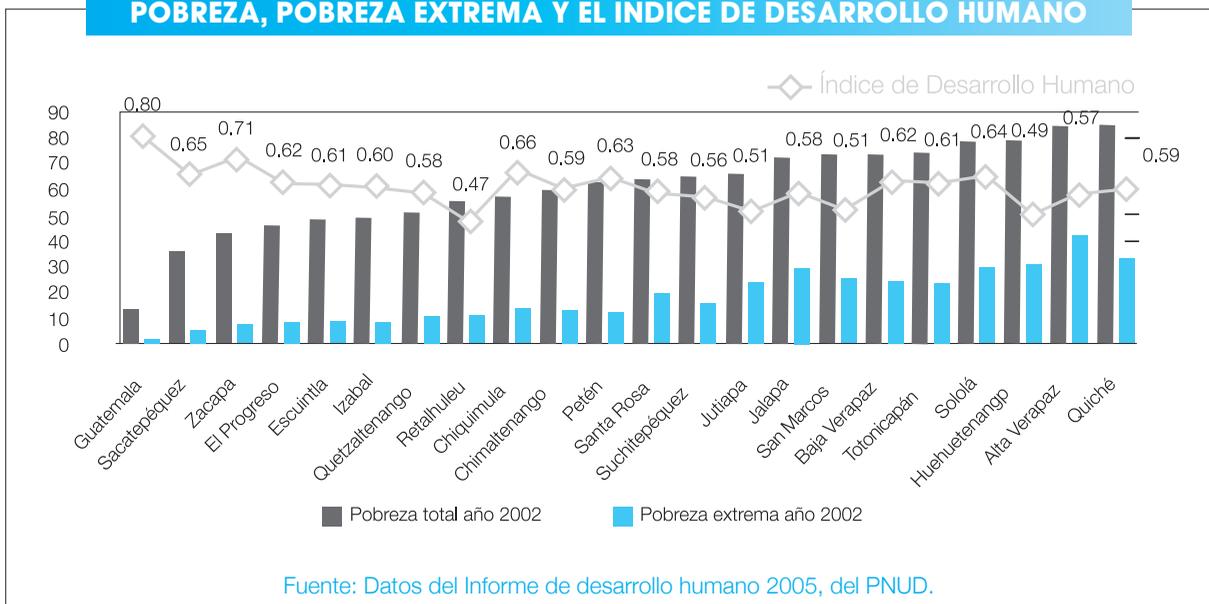
<sup>2</sup> Instituto Nacional de Estadística INE Proyecto MECOVI. Perfil de la Pobreza en Guatemala. Encuesta Nacional de Condiciones de Vida ENCOVI 2000. Guatemala. 2002: 101 páginas.

La pobreza en Guatemala es la más alta de Centroamérica y también tiene una de las tasas más altas de desigualdad en América Latina y el Caribe. Según el Banco Mundial el coeficiente de Gini<sup>3</sup> es de 0,57, mientras que el promedio de América Latina es del 0,50.



<sup>3</sup> Se usa para medir el grado de inequidad en la distribución del ingreso en la población. Es una medida resumen de la desviación de la curva de Lorenz con respecto a la diagonal de igualdad. Los valores van de cero a 1. El valor es igual a cero cuando se alcanza el máximo nivel de equidad posible, entre más se acerque a 1 mas inequidad existe.

**POBREZA, POBREZA EXTREMA Y EL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO**



La gráfica anterior ordena de menor a mayor los porcentajes de pobreza de cada uno de los departamentos. Los más afectados y arriba del promedio nacional del año 2002 (56%) son: Quiché, Alta Verapaz, Huehuetenango, Sololá, Totonicapán, Baja Verapaz, San Marcos, Jalapa, Jutiapa, Suchitepéquez, Santa Rosa y Petén. En cambio, la línea del índice de desarrollo humano va en descenso, los departamentos con menor desarrollo, son los que cuentan con mayor población que se encuentra bajo la línea de pobreza.

En las páginas siguientes se muestra como aquellos departamentos donde la pobreza golpea con más fuerza, son departamentos donde muchos de sus habitantes (principalmente del área rural y de la etnia maya) carecen de fuentes mejoradas de agua y servicios adecuados de saneamiento.

**2.1.3 Aspectos de salud**

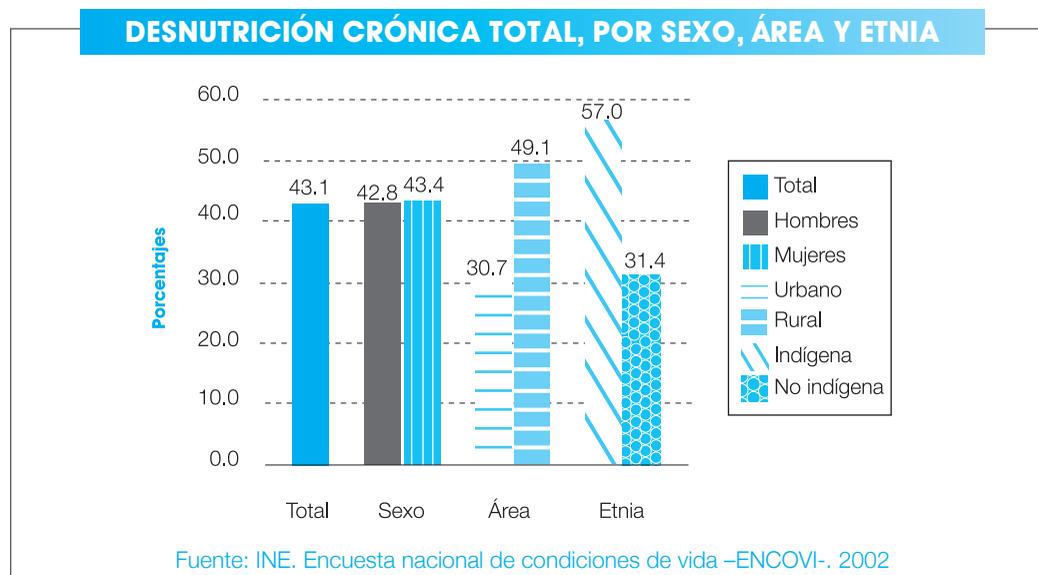
El Banco Mundial en un estudio sobre la pobreza en Guatemala, señala que los indicadores de desempeño clave de salud:

TASA BRUTA DE MORTALIDAD (TBM), ESPERANZA DE VIDA AL NACER Y TASA DE MORTALIDAD INFANTIL (TMI) POR QUINQUENIO					
Quinquenio	TBM (por mil)	Esperanza de vida al nacer			TMI (por mil nacimientos)
		Ambos sexos	Hombres	Mujeres	
1950-1955	22.4	42	41.8	42.3	140.8
1955-1960	20.6	44.2	43.7	44.7	133.8
1960-1965	18.3	47	46.2	47.9	129.7
1965-1970	15.9	50.1	49	51.3	115.5
1970-1975	13.5	53.9	52.4	55.4	102.5
1975-1980	12.1	56.2	54.4	58	90.9
1980-1985	10.8	58.2	56	60.4	78.8
1985-1990	9.7	59.7	57.3	62.2	65.0
1990-1995	8.1	65.6	59.8	65.5	51.1
1995-2000	7.4	64.2	61.4	67.2	46.0

Fuente: INE-CELADE. Guatemala Estimaciones y proyecciones de la población. 1950-2050

desnutrición, mortalidad infantil y materna, y morbilidad (por ejemplo, diarrea e IRA) están mejorando más lento de lo que deberían. Estos indicadores de desempeño de salud son considerablemente peores entre los habitantes pobres, indígenas y rurales, lo que indica la necesidad de focalizar mejor las intervenciones. En el caso de la morbi-mortalidad infantil, de cada mil niños y niñas que nacen vivos en el país,

44 mueren antes de cumplir un año de edad y 14 fallecen antes de los 28 días. La mortalidad infantil en la población indígena es más de dos veces superior a la que presenta la población no indígena del área metropolitana. La mayoría de las muertes son causadas por diarrea, infecciones respiratorias agudas y desnutrición.



En el país, cuatro de cada diez niños tiene retardo en su desarrollo, comparado con la talla que deberían tener para su edad. La desnutrición crónica golpea por igual niños y niñas, sin embargo la incidencia es más alta en el área rural y dentro de ella en la población indígena.

Existe una fuerte correlación entre pobreza y desnutrición infantil, en la medida en que el 80% de los niños desnutridos de Guatemala son efectivamente pobres.

#### 2.1.4 Aspectos educativos

En el 2005, el total de alumnos y alumnas de primaria promovidos al siguiente grado fue de 1.870,863 y de básicos 281,827. Esto muestra una brecha considerable entre la cantidad de alumnos entre los dos niveles, diferencias que van desde la inscripción a

básicos, como la promoción de los mismos en este nivel. Las tasas de deserción son más altas en el área rural, que las que se dan en el área urbana.

Existen en el país importantes disparidades y brechas de cobertura, particularmente para los pobres, las niñas y niños, indígenas y los que viven en zonas rurales.

El total de establecimientos públicos para educación preprimaria (bilingüe), primaria y diversificado es de 26,965 de los cuales el 89% se ubica en el área rural. El 64% cuenta con fuentes mejoradas de agua. En los mismos hay 40,087 letrinas, el 90% de las mismas son pozos ciegos o perforados y casi 70,000 asientos sanitarios, el 62% de estos se encuentra en buen estado.

Más allá de una carencia física de escuelas, las barreras clave “por el lado de la

**ESTADÍSTICAS EDUCATIVAS DE PRIMARIA Y BÁSICOS DURANTE EL AÑO 2005**

INDICADOR	PRIMARIA			BÁSICOS		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Total niños y niñas	3.362.558	1.695.733	1.666.825	2.824.894	1.405.281	1.419.613
Total niños/as edad escolar	2.072.952	1.046.981	1.025.971	917.122	460.040	457.082
Tasa bruta de escolaridad	113,14%	117,37%	108,82%	55,35%	59,35%	51,33%
Inscripción inicial	2.345.301	1.228.792	1.116.509	507.633	273.035	234.598
Tasa de escolarización	69,75%	72,46%	66,98%	17,97%	19,43%	16,53%
Inscripción final	2.200.745	1.149.922	1.050.823	480.955	257.658	223.297
Tasa de retención	93,84%	93,58%	94,12%	94,74%	94,37%	95,18%
Tasa de deserción total	6,16%	6,42%	5,88%	5,26%	5,63%	4,82%
Tasa de deserción urbana	3,68%	3,89%	3,45%	4,93%	5,20%	4,63%
Tasa de deserción rural	7,22%	7,47%	6,95%	6,19%	6,81%	5,40%
Tasa de aprobación	85,01%	84,24%	85,86%	58,60%	55,77%	61,86%
Tasa de reprobación	14,99%	15,76%	14,14%	41,40%	44,23%	38,14%
Tasa extra-edad	29,34%	31,09%	27,41%	34,19%	36,62%	31,35%

Fuente: Datos del Ministerio de Educación Año 2005.

demanda“ incluyen factores tales como los costos directos de asistir a la escuela (tanto a nivel primario como secundario) y los costos de oportunidad (por ejemplo, trabajo y labores domésticas) que entran en conflicto con la matrícula en la educación secundaria.

Por el lado de la oferta, sobre todo en la educación secundaria, es importante revisar la situación de infraestructura física, principalmente de los servicios básicos

de agua y saneamiento de los centros educativos.

**2.1.5 Cobertura de agua potable y saneamiento a nivel nacional**

Guatemala como uno de los países signatarios de los Objetivos de Desarrollo del Milenio está comprometido a cumplir con las metas acordadas. Para el tema de agua potable y saneamiento, la meta 10

**COBERTURA DE AGUA Y SANEAMIENTO EN PORCENTAJE Y TOTAL DE POBLACIÓN**

Descripción	Cobertura agua potable y saneamiento		
	Total	Urbano	Rural
<b>Fuentes mejoradas:</b>			
Población total	11,237,196	5,184,835	6,052,361
Porcentaje con cobertura	74.5%	89.5%	59.5%
Población con cobertura	8,371,711	4,640,427	3,601,155
Porcentaje sin cobertura	25.5%	10.5%	40.5%
Población sin cobertura	2,865,485	544,408	2,451,206
<b>Saneamiento mejorado:</b>			
Población total	11,237,196	5,184,835	6,052,361
Porcentaje con cobertura	44.45%	76.72%	16.81%
Población con cobertura	4,994,934	3,977,805	1,017,402
Porcentaje sin cobertura	55.55%	23.28%	83.19%
Población sin cobertura	6,242,262	1,207,030	5,034,959

Fuente: XI Censo de Población y VI de Habitación 2002 y estimaciones propias (1).

señala que hay que reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas que carecen de acceso a agua potable y servicios de saneamiento. Según el II informe de avance de las metas del milenio del Gobierno, la meta para agua es alcanzar el 82% de cobertura en agua potable y el 66% en servicios de saneamiento para el año 2015.

Vale la pena mencionar que la cobertura de agua potable y saneamiento a la fecha, probablemente solo alcanza a cubrir parcialmente el crecimiento vegetativo de la población. Es decir, que con mucha probabilidad el porcentaje actual de cobertura es muy similar al del censo del 2002: 75% para agua potable y 47% en saneamiento. Lo anterior se basa en la información sobre ejecución presupuestaria y de proyectos y en la estimación del incremento de coberturas programadas para la meta 10 sobre agua potable y saneamiento de los Objetivos del Milenio -ODM-. La cobertura de saneamiento a nivel nacional en 2002 fue del 45%, la cobertura a nivel urbano del 76.72% y a nivel rural 16.81%.

### 2.1.6 Cobertura de agua potable y saneamiento a nivel departamental

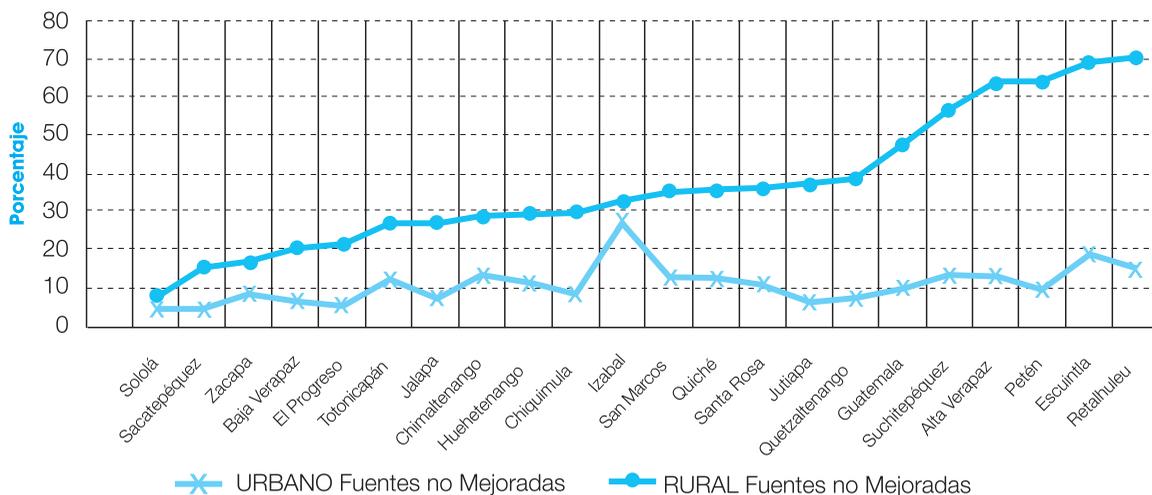
El XI Censo de Población y VI de Habitación divide el servicio de agua en dos

tipos 1) Por tubería y 2) Por acarreo. Dentro de la primera categoría incluye: chorro domiciliar, chorro para varios hogares y chorro público. En la segunda categoría toma en cuenta: el agua que se obtiene de pozos, camión o tonel, río, lago o manantial.

La Secretaria General de Planificación (SEGEPLAN) en su informe toma como fuente mejorada el tipo 1) y como fuente no mejorada el tipo 2). Pero buena parte de sistemas de agua potable (en comunidades y municipalidades) presenta deficiencias en el servicio sobre todo de continuidad y calidad del agua, por lo que la cobertura probablemente sea menor a lo considerado en las estadísticas.

En el área urbana de la mayoría de departamentos está resuelto de buena forma el problema de cobertura de agua, solamente Izabal, Escuintla y Retalhuleu tienen problemas con el abastecimiento a nivel urbano. La mayor parte de los departamentos se encuentra en el promedio de desabastecimiento del 10% a nivel urbano. Generalmente, los servicios en los centros urbanos son operados y administrados por las municipalidades, de las cuales un bajo porcentaje le da tratamiento al agua y la mayoría presenta

FALTA DE COBERTURA DE AGUA URBANO Y RURAL POR DEPARTAMENTO EN PORCENTAJES



Fuente: Datos del XI Censo de Población y VI de Habitación, 2002.

deficiencias de continuidad.

La figura anterior muestra como el departamento de Sololá, tiene parcialmente resuelta su situación de cobertura de agua, en tanto que Izabal, tiene problemas en el área rural y urbana.

Los departamentos que tienen entre el 50% y 70% de falta de cobertura en el área rural, son en su orden: Retalhuleu, Escuintla, Petén, Alta Verapaz y Suchitepéquez. Entre el 30% y 50% Guatemala, Quetzaltenango, Jutiapa, Santa Rosa, Quiché, San Marcos, Izabal, Chiquimula, Huehuetenango y Chimaltenango.

La mayoría de los centros urbanos cuenta con drenajes para captar aguas residuales, que no tienen ningún tipo de tratamiento. En el área rural la mayoría son letrinas y sin ningún servicio. SEGEPLAN considera como servicios de saneamiento mejorados el inodoro y el excusado lavable<sup>4</sup>. Aunque este concepto no considera el tratamiento de las aguas (negras) provenientes de estos servicios. Como fuentes no mejoradas

4 Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Gobierno de Guatemala. Hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en Guatemala. II Informe de Avances. Guatemala, C.A. Magna terra. 2006. 279 páginas.

considera todos los tipos de letrina y otras formas de disposición de excretas.

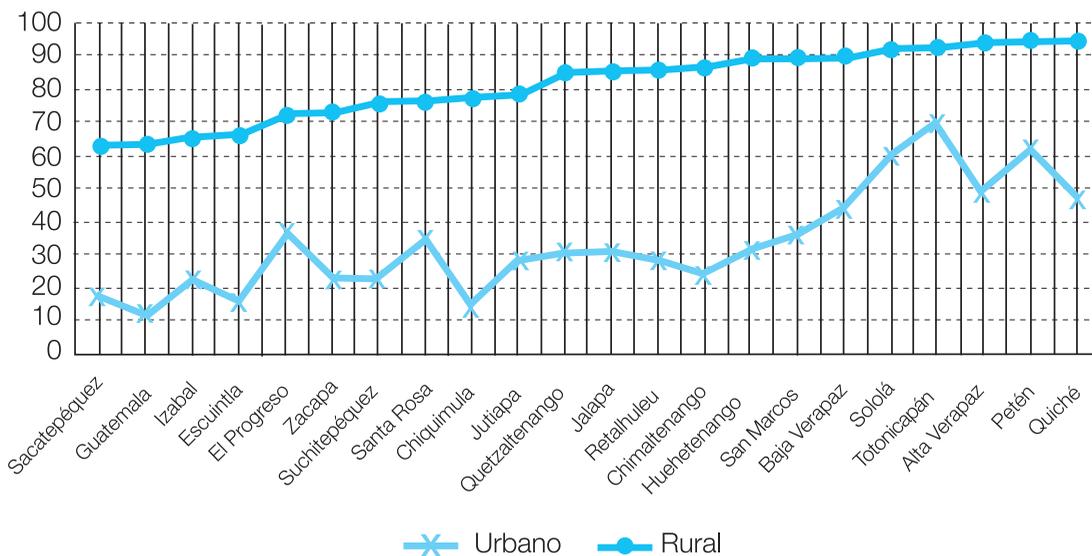
El departamento con mayor déficit de instalaciones de saneamiento mejoradas en el área urbana es Totonicapán (69.59%) y le siguen Petén (62.06%) y Sololá (60.14%). Los departamentos que tienen las mejores coberturas en saneamiento en su área urbana son: Guatemala 11.69%, Chiquimula 14.09% y Escuintla 16.79%, aunque la realidad es que la ciudad capital y municipios vecinos contaminan con aguas residuales domésticas las cuencas donde se ubican.

Como se puede apreciar en la siguiente Figura, el área rural tiene el mayor déficit de cobertura de saneamiento, el total nacional del área rural es de 83.19%.

En el área rural el mayor déficit de instalaciones de saneamiento mejoradas se localiza en los departamentos de Quiché 94.72%, Petén 94.43% y Alta Verapaz 93.85%. Los departamentos con menor déficit son Sacatepéquez 62.78%, Guatemala 63.3% e Izabal 64.62%.

Se observa que los porcentajes de déficit en el área rural son superiores al 75% en 16 de los 22, departamentos del país.

### FALTA DE COBERTURA DE AGUA URBANO Y RURAL EN PORCENTAJES



Fuente: Datos del XI Censo de Población y VI de Habitación, 2002.

## 2.2 IMPORTANCIA DEL SANEAMIENTO BASICO PARA EL DESARROLLO, LA SALUD Y LA EDUCACION

En Guatemala los problemas de enfermedades por contaminación hídrica, saneamiento inadecuado y malas prácticas higiénicas aún persisten. Esta situación repercute directamente en la productividad (actual y futura) de la población, además provoca inasistencias de niños y niñas a las escuelas: debido a enfermedades de origen hídrico y por la falta de adecuadas condiciones de agua potable y saneamiento en los centros escolares.

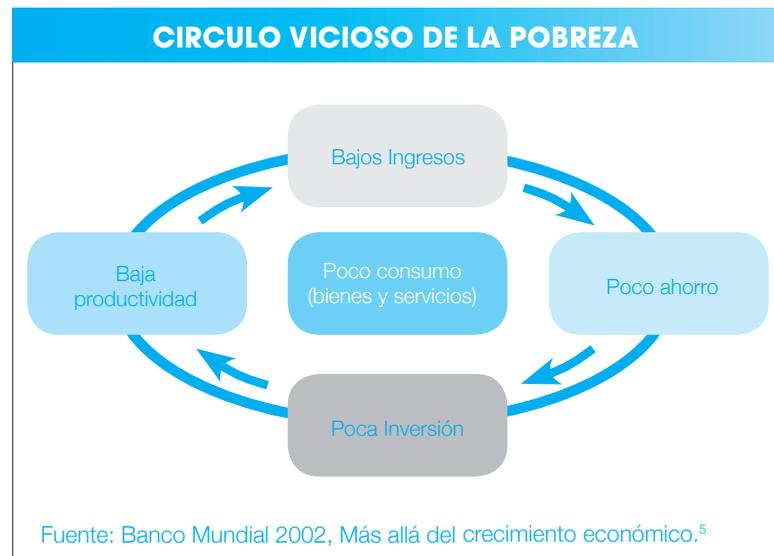
El Banco Mundial, en el estudio Agua, saneamiento y pobreza destaca que el impacto de la falta de servicios de agua potable y saneamiento recae principalmente en los sectores de mayor pobreza y hace un vínculo entre la falta de dichos servicios y las dimensiones de la pobreza, salud, educación, género e inclusión social y el ingreso y el consumo.

En Guatemala alrededor de 7 millones de personas viven con 18 quetzales por día (US\$ 2.1), las condiciones de consumo son precarias y viven el día a día, sin tener la oportunidad de cambiar su futuro.

Para romper este círculo vicioso hay que mejorar el ingreso y la inversión de los habitantes que se encuentran bajo la línea de pobreza, ésta inversión está relacionada con infraestructura de servicios básicos, principalmente de infraestructura productiva y acceso a mercados.

Los ingresos de las personas se ven reducidos si adquieren el agua con distribuidores de agua (donde existen éstos), en este caso el costo del agua es hasta 10 veces más caro que el costo del

agua entubada. Si la población se abastece directamente de río, manantial, nacimiento, fuente, etc., también consume agua más cara si se considera el tiempo utilizado en el acarreo, el tratamiento y desinfección (filtrada, hervida, clorada, solar, etc.)



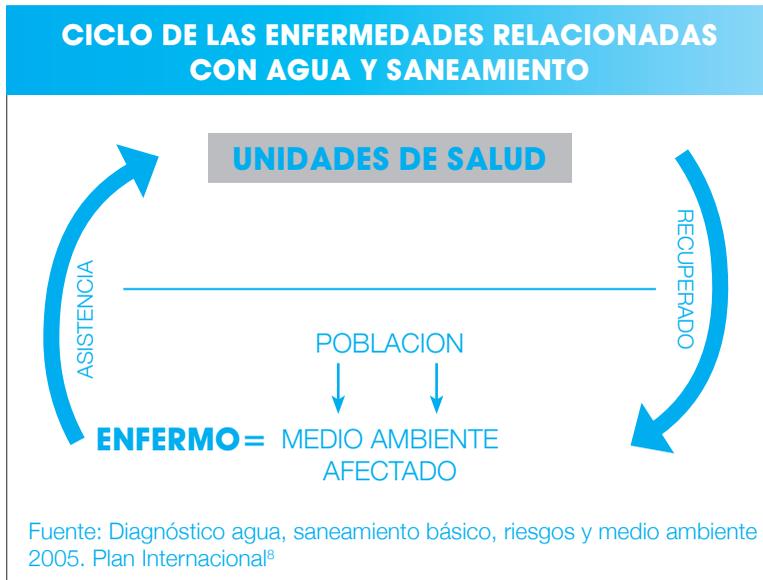
Los ingresos de los pobres se ven seriamente afectados por la deficiencia o carencia de servicios de agua y saneamiento, pues esto incide directamente en el aumento de sus costos de subsistencia. “El deterioro continuo, casi universal, de las fuentes de agua subterránea y superficial de las que depende la población, significa que los problemas de agua y saneamiento simplemente empeorarán”.<sup>6</sup>

La vulnerabilidad de los pobres es alta. Si al problema de la falta de ingresos se agrega

<sup>5</sup> Banco Mundial. Bosch, C., Hommann, K., Sadoff, C. y Travers, L. Más allá del crecimiento económico. Washington D.C.2002. Formato electrónico en español. Capítulo VI

<sup>6</sup> Banco Mundial. Agua, Saneamiento y la Pobreza. Documento electrónico sin fecha. 44 páginas.

la falta o deficiencia de servicios básicos e infraestructura como: agua de mala calidad, falta de sistemas para la disposición de excretas y prácticas higiénicas inadecuadas; la precaria salud de ésta población se ve fuertemente afectada.<sup>7</sup>



Por otro lado, en el país los indicadores de educación más bajos se ubican en el área rural. La tasa de deserción escolar intra anual, la tasa de alfabetización y la tasa bruta de escolaridad, se presenta con mayor incidencia en las poblaciones rurales de los departamentos con mayor pobreza: Alta Verapaz, Quiché, Huehuetenango, San Marcos, Petén, Escuintla, Jutiapa, Jalapa, Suchitepéquez y Chiquimula. Coincidentemente estos departamentos también presentan dificultades por la ausencia de servicios básicos de agua potable y saneamiento, ésta es una de las causas que provoca pérdida de

7 Un diagnóstico en 447 comunidades rurales del interior del país de 14 municipios y 6 departamentos, realizado por Plan Internacional: dio como resultado que el 97% del agua para consumo humano estaba contaminada con E. Coli. El efecto directo, es la recurrencia de enfermedades respiratorias y gastrointestinales por contaminación hídrica y malas prácticas higiénicas, por ende: el incremento de gastos en medicina, la baja productividad y la inasistencia recurrente al trabajo y a la escuela.

8 Plan Internacional. Estrategia para el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano. Avances 2005-2007. Mayo de 2007. Presentación en Power Point.

oportunidades de educación a la niñez, especialmente para las niñas de estos lugares.

El tiempo invertido en la recolección, transporte y provisión de agua en los hogares pobres, es uno de los factores que explican la brecha de género que se refleja en la inasistencia a clases por ese motivo.

Las disparidades educativas provocadas por la falta de servicios de agua y saneamiento tienen un impacto de por vida que se transmite de generación en generación.<sup>9</sup>

La falta de agua para consumo humano y de sistemas de saneamiento básico, así como el consumo de agua de mala calidad, ocasiona un serio deterioro en la calidad de vida de la población y una recurrencia en las enfermedades gastrointestinales, haciéndola cada vez más pobre.

Disponer de agua potable e instalaciones de saneamiento es un requisito previo para mejorar las condiciones de salud, disminuir el hambre y la desnutrición, bajar las tasas de mortalidad infantil, la desigualdad de género y particularmente para tener éxito en la lucha contra la pobreza. Es también un elemento fundamental para el cumplimiento de los derechos humanos y de la dignidad de las personas.

9 Informe Desarrollo Humano 2006, PNUD. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua. Nueva York, EE.UU. Página 47.

## Síntesis valorativa del impacto de la falta o disponibilidad de agua para consumo humano y saneamiento básico en el desarrollo, la salud y la educación

La falta de servicios adecuados de agua potable y saneamiento básico, provoca una serie de efectos negativos en la salud, la educación y el desarrollo de las poblaciones pobres del área rural, especialmente en los sectores más vulnerables niños, niñas, mujeres y ancianos. De más de 3 millones de

personas sin fuentes mejoradas el 50% son niños y niñas del área rural principalmente.

La siguiente figura muestra cual es el impacto de la falta o ausencia de servicios de agua potable y saneamiento básico en Guatemala.

### FALTA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN ÁREAS RURALES

Las mujeres con menos educación y capacidad se ubican en el área rural

Las tasas brutas de cobertura de educación coincide con los departamentos con los más bajos índices y coberturas de agua y saneamiento

Las tasas de analfabetismo son más bajas en los departamentos con mayor pobreza y menor cobertura de agua potable y saneamiento

Los municipios con mayor pobreza se ubican en el área rural y con mayor población indígena

Los departamentos con menor cobertura en agua potable y saneamiento, tienen los niveles de pobreza más altos

Género e inclusión social

Falta de agua potable y saneamiento básico en áreas rurales

Ingreso/consumo

Salud

Diarreas segunda causa morbilidad general, + de medio millón de casos

Diarreas segunda causa morbilidad infantil, + de 90,000 casos

Diarreas: segunda causa morbilidad infantil, + de 900 casos

Diarreas: segunda causa morbilidad general en departamentos pobres

Morbilidad por desnutrición, 1358 casos para 2005

Según el XI Censo de 2002: 17,800 niñas no van por que hacer en el hogar

92,800 niños y niñas no quieren ir a estudiar

Malas condiciones de infraestructura sanitaria en todos los departamentos

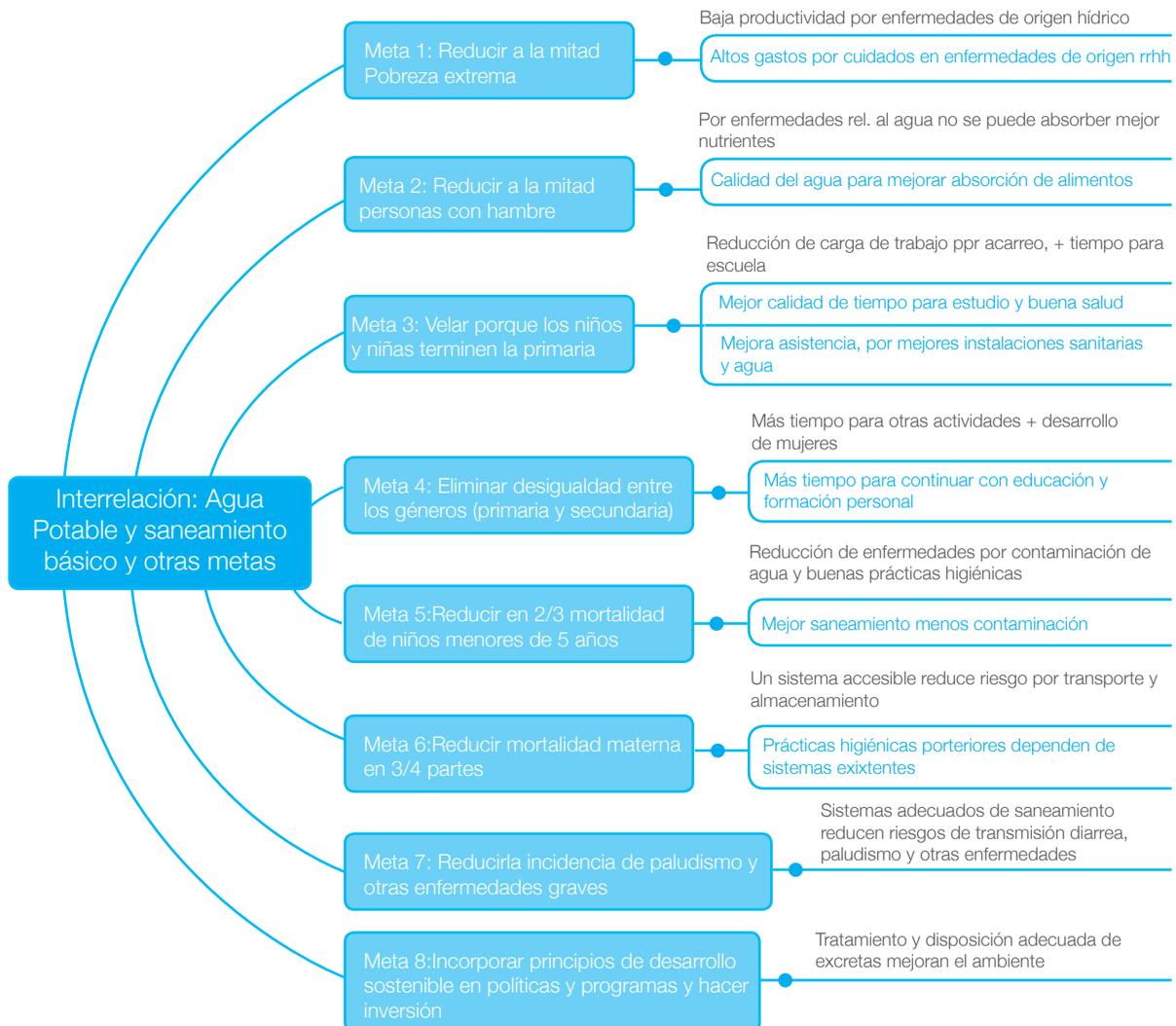
Promedio por establecimiento: una letrina y dos sanitarios

Fuente: Red de agua y saneamiento de Guatemala RASGUA. Valoración estratégica sobre la importancia del agua potable y el saneamiento básico para el desarrollo, la salud y la educación en Guatemala.. Diciembre 2007: 65 p

El II Informe de Avances Hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de SEGEPLAN, anota algo muy importante, el compromiso de Guatemala como signataria del Pacto de los Derechos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. El numeral 2 de la Observación general No. 15, señala que *“el derecho humano al agua es el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para uso personal y doméstico*

El agua potable y el saneamiento básico, son dos aspectos fundamentales para poder alcanzar las otras metas, consideradas en los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Por ejemplo, con las personas que viven con menos de 1 dólar al día, si aumentan sus ingresos pero no cuentan con servicios adecuados contraen enfermedades e incrementan sus gastos en salud y baja su productividad. El siguiente esquema muestra la relación entre el agua potable y saneamiento y las otras metas de los ODM.

## INTERRELACIÓN DEL AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO Y OTRAS METAS DE LOS ODM



Fuente: Red de agua y saneamiento de Guatemala RASGUA. Valoración estratégica sobre la importancia del agua potable y el saneamiento básico para el desarrollo, la salud y la educación en Guatemala.. Diciembre 2007: 65 p

### 2.2.1 Relación entre el saneamiento básico y la pobreza en el medio rural

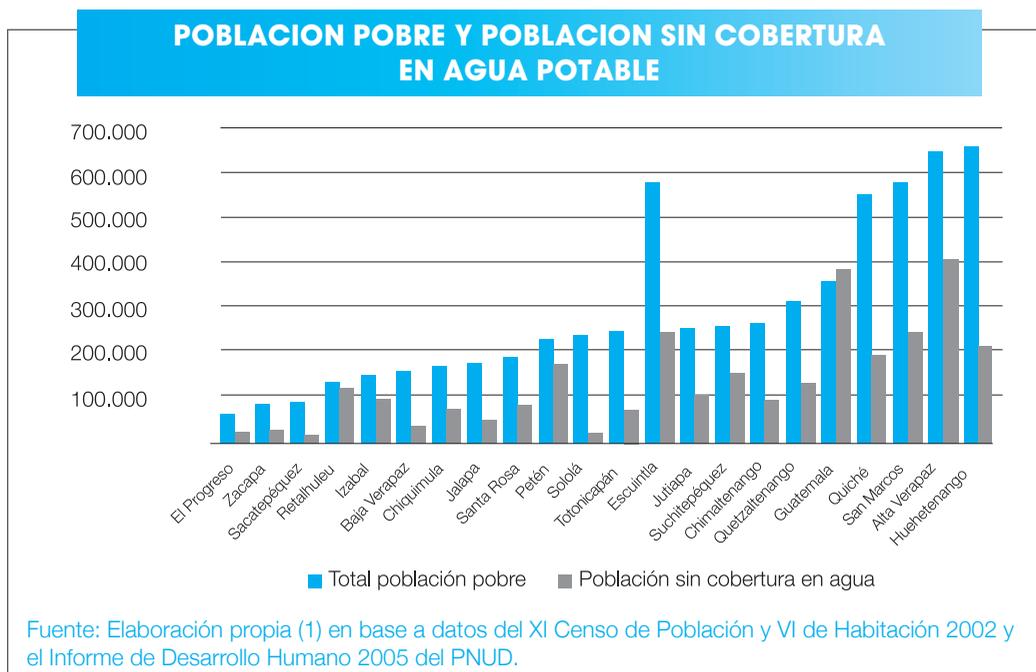
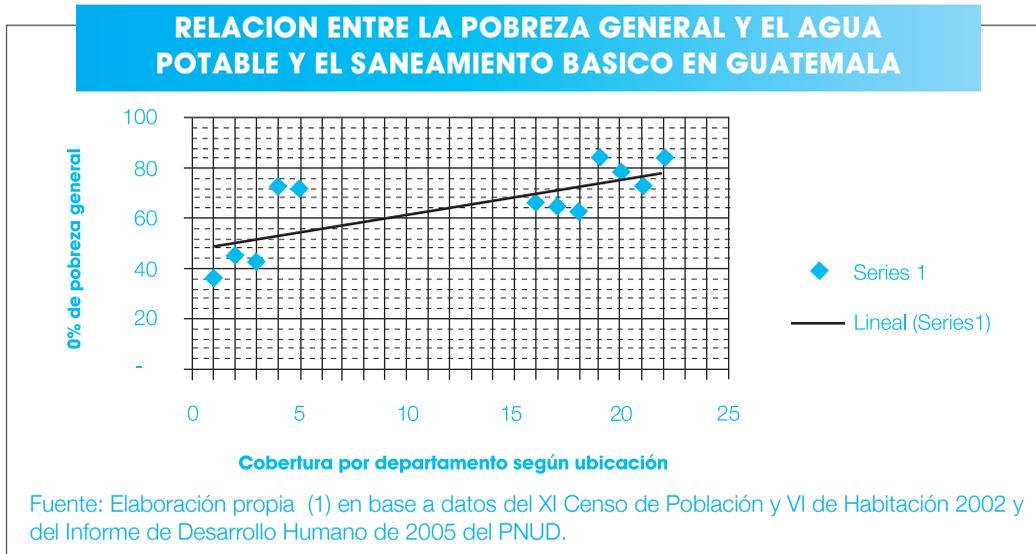
**El agua es un bien natural** que se consume diariamente y que no se puede sustituir por otro bien o producto. **Es un bien social** porque coadyuva al bienestar y la salud individual y colectiva. **Es un bien económico** porque contribuye al desarrollo personal y de las comunidades. **El agua** es un bien, pero **por sobre todo** es un derecho y **es un derecho humano inalienable e imprescindible**.

Sin embargo para un porcentaje significativo de la población guatemalteca este bien no se ha constituido como tal. La crisis principia cuando no se cuenta en el hogar con servicios de fuentes mejoradas y saneamiento adecuado y la falta de éstos está fuertemente asociada con la pobreza, o viceversa la mayoría de los pobres carecen de estos servicios. En Guatemala, las zonas de pobreza se localizan en el área rural con población mayoritariamente indígena. Principalmente en las regiones norte, noroccidental, la costa sur y Petén. La siguiente figura presenta la relación

entre pobreza general y el agua potable y saneamiento<sup>10</sup>.

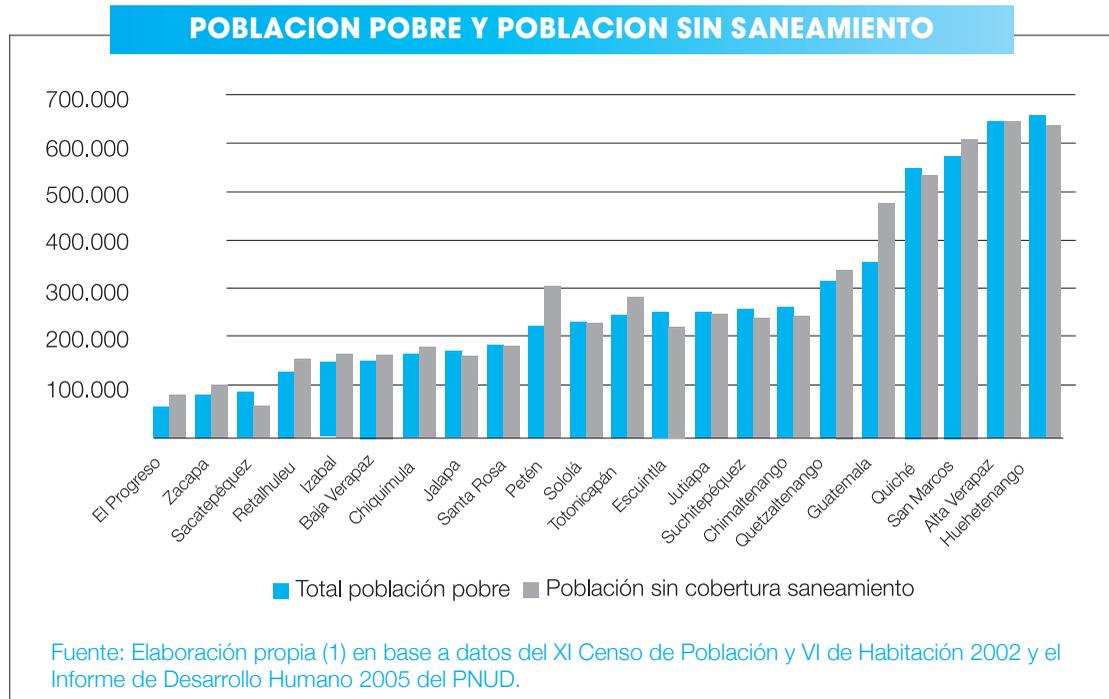
10 Para establecer la relación existente entre la pobreza general y la cobertura de agua potable y saneamiento básico en Guatemala, se hizo en función de la sumatoria de la población sin cobertura en agua potable (fuentes mejoradas) y la población sin cobertura en saneamiento básico (sin servicios de saneamiento adecuado) durante 2002; la misma estableció un orden para cada departamento de mayor a menor y se le asignó el porcentaje de pobreza general 2002 de cada uno de los departamentos, según informe de desarrollo humano del 2005. Para el análisis se escogieron los 7 departamentos con mayor déficit de agua potable y saneamiento básico y los 5 departamentos con menor déficit en agua y saneamiento.

Los departamentos de Alta Verapaz, San Marcos, Huehuetenango y Quiché son los que tienen un mayor déficit de agua potable y saneamiento básico, pero además el porcentaje de pobreza más alto a nivel de país. Los departamentos que tienen déficit en cobertura pero que tienen mejores indicadores son Petén, Suchitepéquez y Jutiapa. En tanto que los departamentos de Jalapa, Baja Verapaz, Zacapa, El Progreso y Sacatepéquez tienen coberturas mayores en agua potable y saneamiento básico, y al mismo tiempo presentan indicadores relativamente mejores que otros departamentos en términos de pobreza.



La figura anterior presenta la relación entre la población pobre y la falta de cobertura en agua. Se observa como la cantidad de población pobre se corresponde en

la mayoría de los departamentos con la cantidad de población sin acceso a fuentes mejoradas de agua.



La figura anterior en cambio muestra una mayor relación entre la cantidad de población pobre con la población que carece de servicios de saneamiento adecuados. Salvo los casos de Petén y Guatemala todos los departamentos coinciden en cantidades de población. Esto recalca y expone el vínculo entre pobreza y la falta de sistemas de saneamiento adecuado.

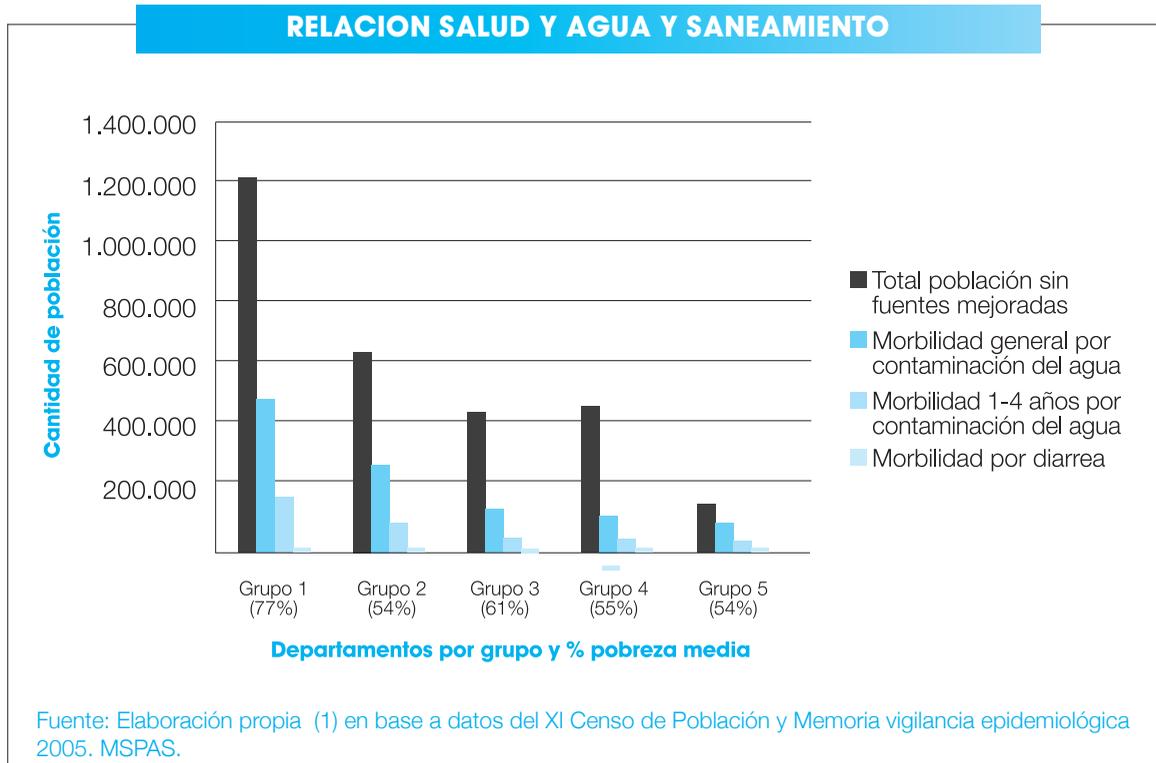
### 2.2.2 Relación entre el saneamiento básico y la salud

(enfermedades por contaminación hídrica y muerte por diarrea)

Estas son dos variables estrechamente vinculadas, el contagio de enfermedades que se transmiten por el agua se debe a la falta de higiene y aseo, al consumo de agua contaminada (de mala calidad) y por vectores que se reproducen en aguas residuales a flor de tierra, estancada o empozada.

En Guatemala, 4 de cada 10 habitantes se ve afectado anualmente por enfermedades causadas por contaminación del agua y malas prácticas higiénicas. Solo el sistema de salud pública atendió más de un 1.3 millones de casos en el 2005 y de estos a más de medio millón de niños y niñas. El estudio del Banco Mundial “Agua, saneamiento y pobreza”, destaca la transmisión a través del ciclo corto (falta de aseo personal) y el ciclo largo (contaminación ambiental).

Un diagnóstico realizado el 2005 por Plan Internacional en 447 comunidades reportó un ambiente afectado: 97% de agua contaminada con E. Coli, infraestructura de saneamiento sumamente precaria y defecación a cielo abierto en todas las comunidades, así como aguas residuales sin disposición y malas prácticas higiénicas.



En la figura anterior se presenta la relación entre enfermedades gastrointestinales por contaminación del agua, a partir de la conformación de grupos de departamentos según la pobreza media que reportan entre los mismos, agrupados de mayor a menor porcentaje de pobreza media.

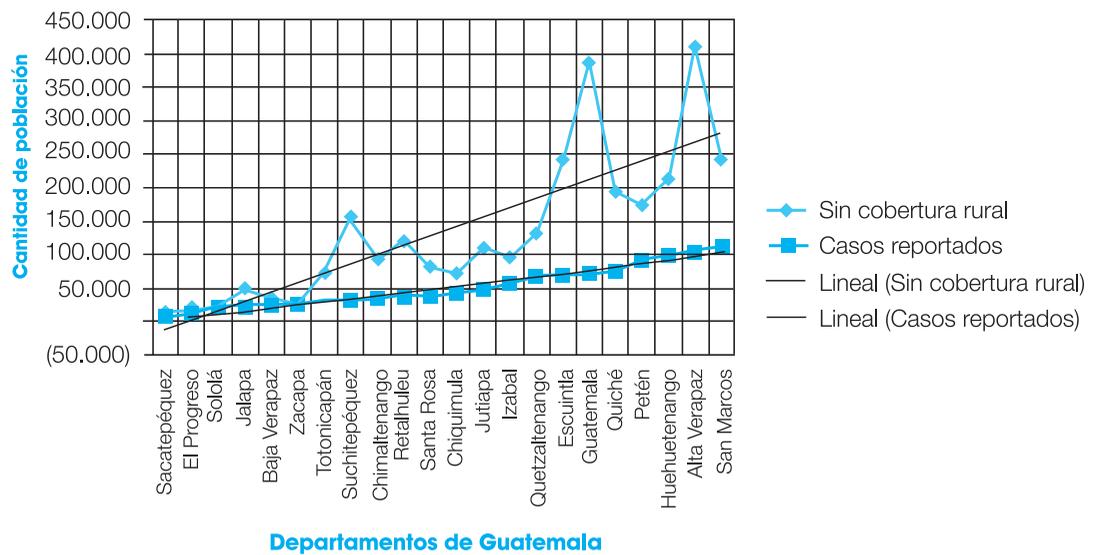
La segunda causa de mortalidad general en los departamentos del grupo 1 (San Marcos, Quiché, Huehuetenango, Alta Verapaz y Petén), es la diarrea. Pero para el grupo 5 (Sacatepéquez, Zacapa, Baja Verapaz, Jalapa y El Progreso) en unos no aparece entre las 10 primeras causas y en otros es la sexta causa de mortalidad general.

La morbilidad general en 2005, a causa de la contaminación del agua fue en total 1.3 millones y la infantil de 400 mil casos reportados. Para el grupo 1, la morbilidad general fue de 485,758 (38%), la morbilidad de niños y niñas de 165,500 (41%) y la mortalidad de 1-4 años 482 el 51% del total. Es evidente que contar con agua potable de buena calidad y servicios sanitarios adecuados reduce las enfermedades transmisibles especialmente la diarrea.

En la siguiente figura se puede observar cómo la relación que existe entre la población que carece de servicios está fuertemente asociada con el número de casos reportados de enfermedades gastrointestinales (diarreas, amebiasis, parásitos, etc.), otras enfermedades de la piel y de transmisión por vectores. La crisis del agua potable y saneamiento básico se traduce en pobreza y precarias condiciones de salud para la población que habita el área rural y las áreas peri urbanas.

El II Informe de Avances en los Objetivos del Milenio de SEGEPLAN, señala que las enfermedades diarreicas se relacionan directamente con el acceso al agua potable y el saneamiento. Menciona que en el nivel socioeconómico más bajo se ha incrementado la frecuencia de EDAs y lo contrario sucede en el nivel más alto. Las enfermedades diarreicas son más recurrentes en aquellos hogares que i) carecen de servicios básicos, ii) están ubicados en el área rural y con mayor población indígena y iii) casi seguramente con niveles bajos de educación.

**RELACION: AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO Y ENFERMEDADES POR CONTAMINACION DEL AGUA Y FALTA DE HIGIENE**



Fuente: Elaboración propia (1) en base a datos del XI Censo de Población y Memoria vigilancia epidemiológica 2005. MSPAS.

**2.2.3 Relación entre el saneamiento básico y la educación**

Existen varias causas por las que niños y especialmente niñas dejan de asistir a las escuelas. Entre las mismas hay tres relacionadas con el agua y el saneamiento: la primera es por tener que acarrear agua para el hogar, luego es por problemas de salud específicamente por enfermedades gastro intestinales y la otra, es la falta o sistemas inadecuados de agua y saneamiento a nivel de las escuelas.

En las comunidades, aldeas y caseríos donde no cuentan con conexiones cercanas o domiciliarias, es costumbre entre las familias que niños y niñas tienen que acarrear el agua para el hogar, si no hay niños o niñas son las mujeres adultas las que se encargan de dicha actividad. Generalmente esta tarea coincide con la jornada de estudio, el tiempo que les consume dicha tarea va de 3 a 4 horas en promedio, considerando distancias no tan lejanas. Si las condiciones en el hogar,

higiénicamente no son las más adecuadas y el agua no es suficientemente segura, las enfermedades del aparato digestivo son recurrentes por lo que la inasistencia es frecuente y se llega hasta la deserción.

Por otro lado, la mayoría de escuelas del área rural carecen de servicios de agua y saneamiento solo para niñas (el sanitario es para niños/as) y algunas no cuentan con el servicio. Esto limita el ingreso y la asistencia de niñas, que no se sienten con libertad y confianza para acceder a los servicios.

## TASAS DE DESERCIÓN E INFRAESTRUCTURA DE AGUA Y SANEAMIENTO EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS

Departamentos	Tasa deserción intra anual				Infraestructura sanitaria						
	Primaria		Básicos		% establecimiento con fuentes mejoradas	Asientos letrinas en buen estado	Sanitarios en buen estado	Asientos letrinas por establecimiento	Sanitarios por establecimiento		
	Total país	Rural mujeres	Total país	Rural mujeres							
Alta Verapaz	7,62%	8,24%	-3,60%	9,39%	36,06%	4.466	1.837	1,5	0,6		
Baja Verapaz	4,89%	5,27%	4,80%	5,98%	77,90%	1.163	1.536	1,3	1,8		
Chimaltenango	3,14%	3,73%	4,35%	3,92%	65,76%	779	2.204	0,9	2,5		
Chiquimula	6,11%	5,63%	5,49%	7,07%	65,40%	817	1.296	0,6	1,0		
El Progreso	6,03%	5,94%	5,97%	6,22%	78,88%	420	734	1,1	1,9		
Escuintla	7,20%	7,78%	-1,30%	4,06%	52,55%	395	2.346	0,5	2,8		
Guatemala	4,14%	4,70%	8,27%	3,04%	83,13%	395	7.652	0,2	4,8		
Huehuetenango	6,82%	7,21%	8,78%	9,05%	71,94%	3.356	3.139	1,2	1,1		
Izabal	9,14%	9,31%	4,27%	6,33%	65,28%	1.237	1.542	1,2	1,5		
Jalapa	4,99%	5,33%	2,86%	6,59%	66,15%	859	1.291	1,2	1,7		
Jutiapa	5,59%	5,75%	6,37%	5,59%	60,14%	980	876	1,1	0,9		
Petén	9,20%	9,40%	9,73%	6,49%	36,15%	2.611	544	1,7	0,4		
Quetzaltenango	3,63%	5,13%	3,69%	4,86%	63,04%	1.610	2.636	1,2	2,0		
Quiché	15,73%	16,09%	-0,27%	7,59%	61,25%	2.819	2.323	1,3	1,0		
Retalhuelu	3,51%	3,16%	-0,14%	1,05%	48,43%	466	773	1,0	1,6		
Sacatepéquez	2,92%	4,26%	2,99%	1,00%	85,31%	34	1.497	0,1	4,9		
San Marcos	5,71%	5,73%	4,02%	4,50%	72,82%	3.482	3.488	1,3	1,3		
Santa Rosa	6,92%	6,90%	5,72%	5,44%	65,42%	837	1.255	1,2	1,7		
Sololá	3,87%	4,13%	5,41%	8,21%	79,49%	667	2.207	0,8	2,5		
Suchitepéquez	4,70%	5,43%	6,39%	6,42%	61,18%	401	1.512	0,5	2,0		
Totonicapán	3,21%	3,18%	5,00%	6,50%	75,13%	1.168	1.870	1,1	1,8		
Zacapa	7,96%	8,26%	7,60%	9,50%	80,05%	582	1.153	0,09	1,9		
<b>Total</b>	<b>6,16%</b>	<b>6,95%</b>	<b>5,26%</b>	<b>5,40%</b>	<b>64%</b>	<b>29.580</b>	<b>43.711</b>	<b>0,9</b>	<b>1,9</b>		

Fuente: Datos del Ministerio de Educación y estimaciones propias.

Lo que se puede apreciar en el cuadro anterior, es como la tasa de deserción<sup>11</sup> de mujeres en el área rural incide en la tasa total por departamento y a nivel nacional. Los departamentos con subrayado mas oscuro corresponden a los departamentos con más problemas en agua y saneamiento y coinciden con las tasas más altas de deserción, caso contrario para los departamentos con menores problemas de agua potable y saneamiento.

En cuanto a la infraestructura, el 64% de los establecimientos tiene acceso a fuentes mejoradas y tiene una letrina en buen estado y 2 sanitarios funcionando bien como promedio por establecimiento.

Si bien el agua no representa un peso relativamente importante para no asistir a la escuela, en este caso sí hay una estrecha relación entre la tasa de deserción y el porcentaje de fuentes de agua mejoradas. La relación Letrina – Sanitario es más interesante, en el subrayado mas oscuro (los departamentos con más problemas) la relación de Letrinas es mayor que Sanitarios y en todos los demás, es lo contrario la relación letrinas es menor que sanitarios. Dos casos específicos, Guatemala y Sacatepéquez (subrayado mas claro) tienen 5 sanitarios y menores tasas de deserción.

En total existen 36,073 letrinas de las cuales 29,580 se encuentran en buen estado, de 69,998 asientos sanitarios 43,711 funcionan bien aproximadamente el 83%. El total de establecimientos (predios reportados en la información) es de 26,965 de los cuales 23,912 están en el área rural y 3,053 en el área urbana.

<sup>11</sup> La tasa de deserción, es el porcentaje de estudiantes que no concluyeron el ciclo lectivo. En el cuadro aparecen las tasas de deserciones totales y de mujeres en el área rural, por departamento, en los niveles de primaria y básicos.

## 2.2.4 El agua para consumo humano y la inseguridad alimentaria y nutricional

La seguridad alimentaria requiere del acceso en cantidad y calidad de alimentos nutritivos para satisfacer las necesidades de consumo (dietas) y de preferencias alimenticias de la población. Sin embargo, también considera otros aspectos más allá de asegurar el autoconsumo, aspectos que tienen que ver con la mejora de ingresos y de producción de alimentos, la calidad e inocuidad de los alimentos y del agua con que se preparan, así como las prácticas higiénicas adecuadas para garantizar un buen aprovechamiento de los mismos.

Los problemas de seguridad alimentaria y nutrición del país están muy ligados a las condiciones sanitarias de la calidad del agua que se ingiere y con la que se preparan los alimentos, y a las prácticas higiénicas inadecuadas. En Guatemala más del 90% de las aguas superficiales está contaminada con heces, por desechos en descomposición, por basuras de todo tipo, químicos y otras sustancias perjudiciales para la salud. Por otro lado, la educación de la población y especialmente de las mujeres es baja, y como consecuencia hay un alto desconocimiento de medidas básicas de higiene e inocuidad de alimentos.

La Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional, señala que “la inseguridad alimentaria y nutricional en la población se refleja en el bajo peso al nacer que afecta al 12% de los neonatos. Continúa señalando que dicha problemática se manifiesta en la presencia de desnutrición crónica en menores de 5 años y añade que la incidencia de la situación se duplica en relación con la niñez indígena (69.5%), en comparación con la no indígena (35.7%); la media de desnutrición crónica en las áreas rurales es de 55.5%.”<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional –SESAN Memoria de Labores. Año 2005. -. 43 páginas.

### ENFERMEDAD Y MORTALIDAD INFANTIL Y GENERAL, POR DESNUTRICIÓN Y DIARREAS

DEPARTAMENTO	DESNUTRICION				DIARREAS			
	ENFERMEDAD		MORTALIDAD		ENFERMEDAD		MORTALIDAD	
	INFANTIL	GENERAL	INFANTIL	GENERAL	INFANTIL	GENERAL	INFANTIL	GENERAL
Alta Verapaz	7,079	7,878	48	227	44,296	104,914	151	381
Baja Verapaz	-	647	15	74	7,676	23,603	20	32
Chimaltenango	2,270	2,630	21	81	13,319	34,543	22	62
Chiquimula	1,131	-	6	23	17,137	42,634	17	46
El Progreso			1	-	4,686	12,217	7	14
Escuintla			49	67	24,730	71,173	38	48
Guatemala	372	16	46	246	29,846	71,992	97	144
Huehuetenango			7	51	23,272	99,736	116	213
Izabal	-		3	46	16,956	57,136	42	103
Jalapa	-	3,367	2	27	9,541	21,486	23	66
Jutiapa	-	4,767	6	1	14,738	47,903	32	94
Petén			10	27	26,991	93,337	32	69
Quetzaltenango	-		9	74	25,100	68,552	24	82
Quiché	214		19	66	29,882	74,792	119	292
Retalhuleu	-		1	10	14,029	36,845	14	38
Sacatepéquez			8	53	5,629	8,814	8	14
San Marcos	98		71	114	41,058	112,979	64	227
Santa Rosa	83		5	31	12,296	36,952	28	43
Sololá	-		5	43	7,790	20,881	38	25
Suchitepéquez	-		1	47	8,478	33,292	20	131
Totonicapán	498	2,753	8	25	9,427	29,583	29	55
Zacapa	6		12	25	9,093	25,546	5	10
<b>Total</b>	<b>11,751</b>	<b>22,058</b>	<b>353</b>	<b>1,358</b>	<b>395,970</b>	<b>1,128,913</b>	<b>946</b>	<b>2,189</b>

Fuente: Elaboración propia (1) en base a datos de la Memoria anual vigilancia epidemiológica 2005. MSPAS

En el cuadro anterior, nuevamente los departamentos subrayados en color mas oscuro, tienen los principales problemas de coberturas y los niveles de pobreza más alto, y son también los que tienen los índices más altos de desnutrición a nivel nacional. “En Guatemala, los indicadores de estado nutricional reflejan no sólo las condiciones de salud de la población, sino también las limitantes de desarrollo y la pobreza de toda la población”.<sup>13</sup>

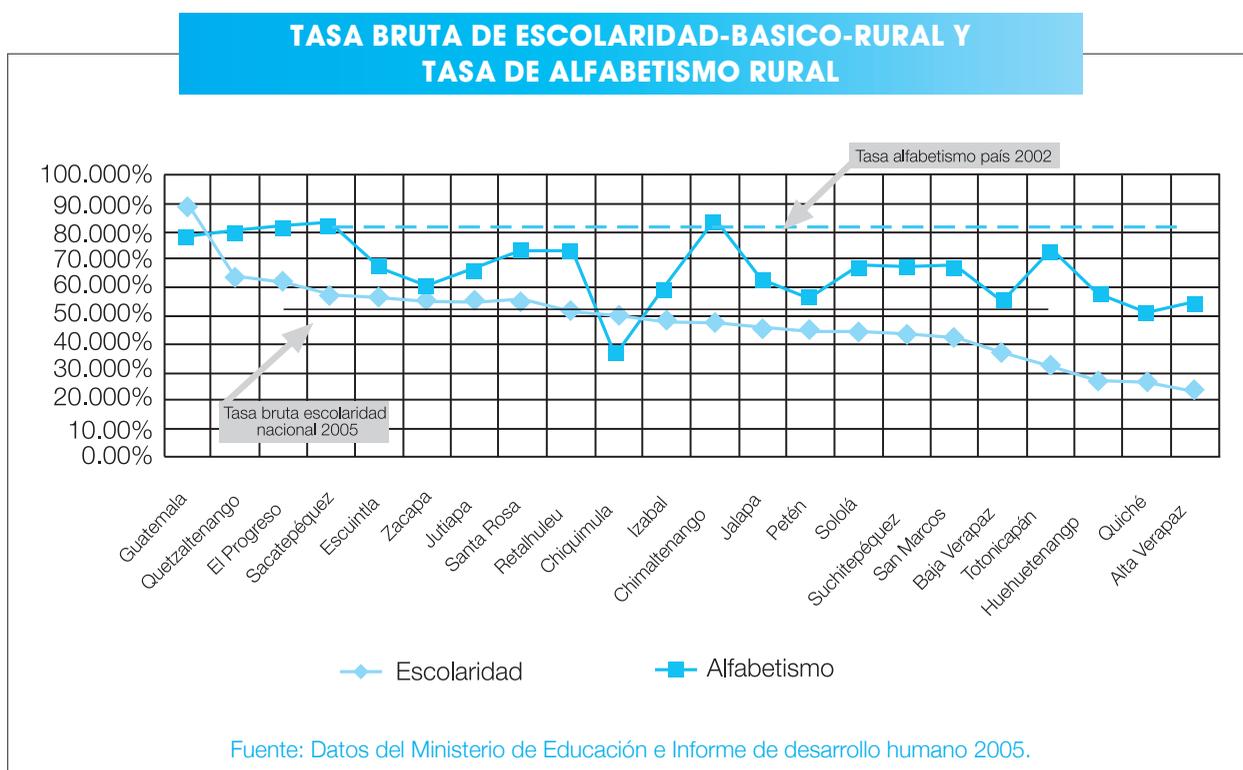
La falta de infraestructura y de servicios de agua potable y saneamiento básico, da como resultado condiciones sanitarias e higiénicas insuficientes. Esto a su vez provoca dietas inadecuadas y alta vulnerabilidad a infecciones, y aunado a otras condiciones dan origen a una inseguridad alimentaria nutricional y por ende a un subdesarrollo humano.

### 2.2.5 El agua, el género y la exclusión social

El no contar con agua de fácil acceso y en buenas condiciones limita a las mujeres el desarrollo de otras actividades. El vínculo de la mujer con el agua no solo es el acarreo, éste incluye su almacenamiento, su tratamiento (en el mejor de los casos), la provisión para los distintos usos, lavado de alimentos, limpieza y aseo del entorno familiar y personal, etc. El gasto de tiempo relacionado con la administración del agua potable y el saneamiento básico es de 5 a 6 horas al día, sino es que más. Las oportunidades para poder alcanzar su desarrollo se ven muy limitadas ante la falta y escasez de un elemento tan importante para la familia. Ella antepone el bienestar familiar al suyo propio y esto restringe su crecimiento a cambio de que estén bien los suyos.

Los rezagos en el desarrollo principalmente de las mujeres, se presentan en la siguiente figura la cual muestra la tasa bruta de escolaridad del nivel básico para el 2005.

13 Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social e Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2002 Marzo 2003.



Si se recuerda lo mencionado anteriormente, nuevamente los departamentos con mayores problemas en agua potable y saneamiento básico coinciden con las tasas brutas de escolaridad más bajas, en el nivel básico y el área rural.

Nos podemos dar cuenta como situaciones de falta de ingresos, falta de servicios básicos en el hogar y centros escolares, ocupaciones en el hogar, ocupaciones laborales, etc.; afectan seriamente la asistencia a la educación y con ello una mejor preparación para el futuro a niños y especialmente a niñas y adolescentes en el país. “En casi todos los países, la división de género en el trabajo asigna responsabilidades a las mujeres que los hombres no comparten. La división del trabajo en el hogar, unida a los problemas

en la prestación de los servicios, refuerza las profundas desigualdades de género.”

**El agua y la exclusión social:** las zonas rurales pobres habitadas por población mayoritariamente indígena carecen del abastecimiento de agua potable y servicios de saneamiento adecuados. *“Las cifras nacionales promedias ocultan las profundas desigualdades estructurales que afectan el acceso al agua y al saneamiento. En muchos países, estas desigualdades equivalen a un sistema de apartheid del agua basado en la riqueza, la ubicación y otras características de ventajas y desventajas. Estas desigualdades se traducen en desigualdades más amplias en las oportunidades de vida que socavan los principios básicos de la ciudadanía compartida y la igualdad de las oportunidades.”*

POBREZA, POBLACIÓN RURAL E INDÍGENA Y COBERTURA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO							
Municipios	ERP Guate - Solidaria	Pobreza	Municipios Ext. Pobreza de los 20	Población Rural de los 20	Población Indígena de los 20	Coertura de Agua de las 20	Saneamiento básico de los 20
20 municipios con más pobreza en el país.	17	20	18 municipios más pobres	18 con mayor población rural	18 con mayor población indígena	14 municipios más baja cobertura	14 municipios más baja cobertura
20 municipios con menos pobreza en el país.	0	0	% bajos	15 con menor población rural	14 con menor población indígena	20 municipios con coberturas altas	20 municipios con coberturas altas

Fuente: Elaboración propia (1) en base a datos del XI censo de Población y VI de Habitación 2002 y el Informe Nacional de Desarrollo Humano 2005.

El cuadro anterior muestra cómo la población pobre sufre la mayor parte del déficit en agua potable y saneamiento básico. De los 20 municipios seleccionados con mayores porcentajes de pobreza, 17 corresponden a la estrategia de reducción de la pobreza de Guate solidaria. De los 20 municipios, el 90% es mayoritariamente población rural e indígena y 70% de esos

municipios tienen las más bajas coberturas 46% de agua potable y 30% de saneamiento básico.

En contraposición, los 20 municipios con menor porcentaje de pobreza, tienen menos población rural e indígena (20%) y su problema de agua potable y saneamiento básico está resuelto hasta en un 90%.



Fotografía cortesía de Rosario Castro

# 3

CAPÍTULO

## RESPONSABLES LOCALES DEL SANEAMIENTO BÁSICO



Fotografía cortesía de Carlos Oajaca



**A NIVEL RURAL** son dos los actores principales en el saneamiento básico: la Municipalidad y la Comunidad. Para que las comunidades hagan suyos los proyectos e inviertan tiempo y esfuerzo en realizarlos y mantenerlos, es necesario que la población participe en los procesos de toma de decisiones sobre las tecnologías que se usaran para el saneamiento básico de su localidad

Cuando no es así, esperan el asistencialismo y se crea la “cultura del servicio gratuito”, la cual genera que consideren que se les debe dar todo gratis y ellos no se esfuerzan para mantener el servicio. Esto ocasiona generalmente el progresivo deterioro de la infraestructura, el no mantenimiento adecuado y el posterior abandono del servicio.

Para que los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento en las zonas rurales sean sostenibles se necesita empoderar a la comunidad .

### 3.1 FUNCIONES MUNICIPALES EN EL SANEAMIENTO BÁSICO<sup>14</sup>

Los municipios, a través de los alcaldes, tienen la responsabilidad de garantizar la prestación de los servicios de saneamiento básico en las zonas rurales.

Para ello, por lo general, encuentran bastantes limitaciones técnicas, de recursos humanos y reducido apoyo de los niveles superior y nacional; y además se enfrentan con una serie de dificultades tecnológicas, tanto para el diseño y construcción como para la operación y mantenimiento sostenido de los sistemas (UNICEF, 2007).

<sup>14</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

En muchos casos, la municipalidad tiene que formular proyectos de infraestructura, prestar servicios de saneamiento básico o supervisar que se presten. Paralelamente debe orientar a la comunidad para que avance desarrollando su capacidad de decidir; valorando el conocimiento y experiencias de los diferentes actores y asegurando su concertación en las decisiones.

### 3.1.1 Formulación de proyectos

A la municipalidad le corresponde formular, o asegurar que se formulen, proyectos de sistemas de abastecimiento de agua, saneamiento y residuos sólidos para sus localidades rurales, en base a un diagnóstico real y coherente validado por la comunidad. Al elaborar un proyecto se debe tener en cuenta lo siguiente:

#### A nivel técnico

##### *Cuando no existe el servicio*

En el caso de un sistema de abastecimiento de agua:

- Verificar in situ, la disponibilidad del terreno, del recurso hídrico y si existe algún conflicto con su uso.
- Ver si el agua es superficial o subterránea, tener su análisis físico-químico y bacteriológico, el rendimiento de la fuente mediante aforos tomados o calculados para los meses secos, la distancia desde la fuente hasta el núcleo del centro poblado, si la fuente está a mayor o menor altitud que la población.
- Estimar la magnitud del proyecto, incluyendo su diseño, las posibles estructuras y equipamiento que sean necesarios y su costo.
- Ubicar las canteras para los materiales de construcción y a los proveedores cercanos de lo que se requiera, tanto

para la construcción como para el mantenimiento posterior.

- Ver el número de viviendas que estarían conectadas y las que no podrían conectarse por la topografía o ubicación.

##### *Si ya existe o ha existido el servicio y se trata de un proyecto de rehabilitación, mejoramiento y/o ampliación.*

En el caso de un sistema de abastecimiento de agua:

- Descripción detallada del sistema existente: tipo de sistema, capacidad actual, características de los componentes, número de conexiones domiciliarias y/o número de piletas, cantidad de agua que se les puede abastecer, continuidad del servicio, etc.
- Estimar las obras de mejoramiento o rehabilitación.

#### A nivel ambiental

- Realizar el diagnóstico del impacto ambiental relacionado con las características del proyecto; identificando los elementos que serán afectados por el proyecto en los medios físico, natural, biológico y social, tanto al momento de la construcción como en su funcionamiento posterior.
- Especificar el tipo de efecto negativo, su temporalidad, ámbito espacial que afecta y su magnitud.

#### A nivel social

- Hay que precisar la población total, población atendida y población por atender.
- Calcular la cantidad de agua que consumen. Proyectarla para los siguientes años, ver si existen normas en el país para calcular por cuantos años crecerá la población que se atenderá con el sistema de abastecimiento de agua.

- Ver si existe un balance entre oferta y demanda de la población que se proyecta y la cantidad de agua de las fuentes.
- Ver si la población reside en su lugar durante todos los meses del año o, como existe en algunas localidades, ver si migra a otros sitios cuando no es época de siembra y cosecha. Si es que migra, calcular cuántos quedan para ver cómo se hará la limpieza y mantenimiento en todos los meses del año.
- Ver si lo que se solicita responde a una necesidad sentida de la población. La existencia de conflictos en la comunidad que puedan afectar la implementación del proyecto o su sostenibilidad posterior, la legitimidad de los dirigentes (revisar el libro de actas de asamblea de la comunidad).
- Ver la capacidad y la disposición

de pago de las familias para la administración, operación y mantenimiento del servicio. El compromiso de la comunidad para su gestión y sostenibilidad; y el compromiso de la municipalidad para asumir la supervisión y asistencia técnica a la organización comunal responsable del servicio, luego que la ejecución de las obras haya concluido.

Luego hay que hacer los cálculos económicos y ver la financiación, tanto de la inversión inicial como la requerida para que los sistemas operen adecuadamente en forma sostenida.

Con el fin de garantizar la apropiación del sistema por parte de la comunidad en el nivel local, se requiere de su participación en los procesos de toma de decisiones en cada fase de desarrollo del proyecto.

COSTO	Costo / Hab	Protección de manantial	Bomba manual	Agua de lluvia	Pileta Pública	Gravedad sin tratamiento	Gravedad con tratamiento	Bombeo sin tratamiento	Bombeo con tratamiento
	120-140								
	90-100								
	60-70								
	40-50								
	20-30								
	20-30								
	15-20								
	10-15								
	<b>TECNOLOGÍA</b>								

La participación ciudadana se ha limitado tradicionalmente al proceso constructivo, por lo general aportando mano de obra no calificada, sin mayor intervención en las decisiones<sup>15</sup>. Si bien hay que considerar restricciones técnicas, para las etapas de identificación de necesidades, formulación de soluciones, selección de tecnologías y operación de los sistemas, no sólo es conveniente, sino necesario:

- Incorporar el conocimiento de la realidad local de los beneficiarios.
- Entrenarlos en el manejo del sistema, porque tendrán que asumir su Administración, Operación y Mantenimiento.

### 3.1.2 Prestación y supervisión de los servicios

La mayoría de los proyectos de desarrollo en el sector de agua y saneamiento se han focalizado en la construcción de infraestructura. Sin embargo, las evaluaciones desde la década del agua y el saneamiento (1980-1989) han mostrado que la infraestructura por sí misma no siempre significaba mejoras en la prestación de los servicios. La tecnología aplicada sin tener en cuenta las condiciones locales conduce a grandes fracasos y a la consecuente pérdida de recursos.

Por lo general, son los componentes sociales y no los físicos, los que más han influido en el éxito o fracaso de una solución tecnológica. Por esta razón, se considera que en la selección de la opción y desarrollo tecnológico deben participar todos los actores involucrados.

<sup>15</sup> Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Colombia: Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud. (1997) 9. Abastecimiento de agua y saneamiento rural. En <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/analisis/colombias/colombias.html>

El funcionamiento de la mayoría de los sistemas de agua y saneamiento rural está a cargo de los usuarios organizados. Ante ellos, la municipalidad tiene una función, contribuir a que cumplan su misión sin perder su identidad, apoyarles al fortalecimiento de sus capacidades tanto a nivel institucional como comunitario, desempeñando el papel de facilitador, y contribuyendo como mediador y autoridad local a la solución de conflictos.

#### Para ello, debe

- Realizar visitas periódicas a las comunidades para supervisar que los sistemas operen, tengan buena limpieza y mantenimiento y se disponga del stock de piezas requeridas para la reparación.
- Ver que la organización encargada de gestionarlo funcione adecuadamente, teniendo en cuenta los intereses de los diversos actores.

Es de especial importancia su presencia en los momentos de cambios de dirigentes, para supervisar que se de una adecuada transferencia de cargos; efectuando un seguimiento y evaluación participativos. Esta presencia debe ser incluida en los planes de acción y presupuesto de operación de la municipalidad.

## 3.2 EL ROL DE LOS MUNICIPIOS<sup>16</sup>

### 3.2.1 Diagnóstico local

Se debe partir con esto, se recomienda hacer una lista de tareas como la siguiente:

<sup>16</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

Ahorro y calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ver la seguridad de las fuentes de agua.</li> <li>▪ La vigilancia de su calidad.</li> <li>▪ Para promover el ahorro, qué le falta a las escuelas y a los establecimientos de salud.....</li> </ul>
Manejo de excretas y aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar proyectos destinados a mejorar la disposición sanitaria de las excretas.</li> <li>▪ Cómo eliminar las aguas residuales en el nivel domiciliario y/o comunal.</li> </ul>
Manejo de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cómo promover el desarrollo de planes de gestión integral de residuos sólidos.</li> <li>▪ Donde se necesitan proyectos de reciclaje, de re-uso y de aprovechamiento de residuos sólidos.</li> </ul>
Educación sanitaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar los problemas de contaminación y su relación con la salud.</li> <li>▪ Ver cómo se pueden crear hábitos adecuados de higiene en las escuelas y en las familias.</li> <li>▪ Cómo alejar a los niños de la basura.</li> </ul>

### 3.2.2 Plan estratégico y Plan operativo anual

Este Plan se arma teniendo como base el diagnóstico local ya efectuado. Los municipios son responsables de identificar los proyectos, gestionar que se formulen, concertar el financiamiento, el apoyo técnico, la implantación de estos sistemas y luego dar el asesoramiento necesario a la población local, para garantizar la prestación del servicio de manera adecuada y sostenible en el tiempo.

Los gobiernos locales son responsables por las coordinaciones interinstitucionales, con el ministerio de salud, centros educativos, con las organizaciones de la población, fundaciones, empresas, entidades de cooperación, etc. No solo para los proyectos de saneamiento básico sino para ver qué otros proyectos se requieren para el desarrollo local sostenible.

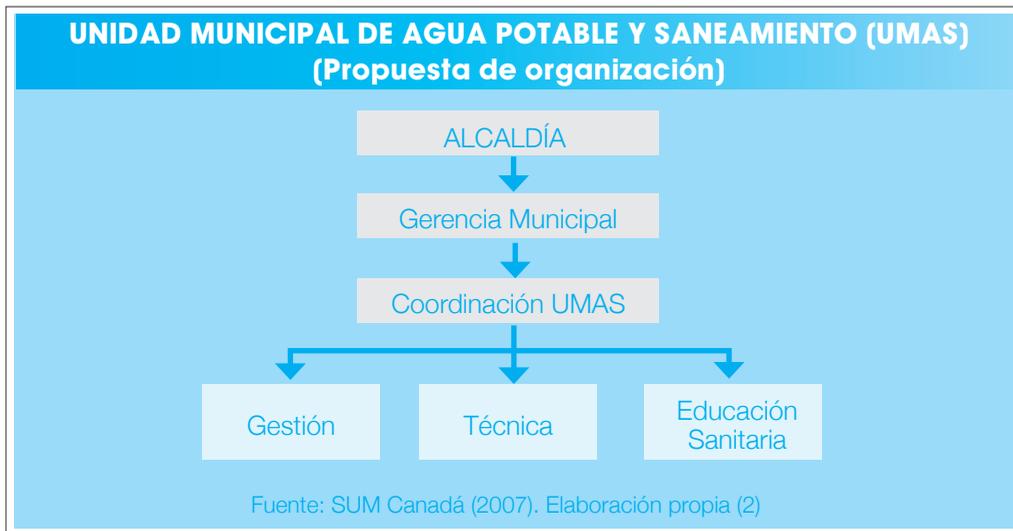
Los gobiernos locales no necesariamente tienen responsabilidad directa en gestionar el servicio pero si en vigilar que el servicio exista y que sea el adecuado. Por ello, tienen que efectuar concertadamente con

las entidades de salud, de educación y otras que funcionen en la localidad, las siguientes tareas:

- La vigilancia sanitaria de la infraestructura
- La vigilancia de la calidad del agua
- La vigilancia de la calidad del servicio de abastecerla
- La vigilancia de los comportamientos sanitarios de las familias

Deben elaborar un calendario de visitas a todas sus comunidades para la supervisión de los sistemas de abastecimiento de agua y para la supervisión de las organizaciones que los administran.

Para el cumplimiento de los roles establecidos en los gobiernos locales, es recomendable la conformación de una unidad de gestión municipal de agua potable y saneamiento, como la instancia especializada para apoyo a la gestión de los servicios en su jurisdicción. Esa unidad de gestión deberá contar con personal debidamente capacitado, con funciones claramente establecidas. En el siguiente esquema figura un ejemplo de organización de la Unidad mencionada.



### 3.3 MODELOS DE GESTIÓN<sup>17</sup>

La gestión se refiere al trabajo que se realiza, a la forma como se organizan para realizarlo y a los recursos que se administran en ese esfuerzo.

<sup>17</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

#### 3.3.1 Organización para la gestión

Existen tres modelos para la administración de los sistemas de agua y saneamiento en el ámbito rural y de pequeñas localidades que son usualmente utilizados. En el siguiente cuadro se muestran las tres formas en que se pueden manejar los sistemas :

<b>A través de la administración directa municipal.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La municipalidad puede gestionar el abastecimiento de agua en forma directa. Por lo general, cuando la municipalidad administra los servicios, esto solo lo hace en la localidad donde está la sede de la municipalidad.</li> <li>• Una variante menos usada es mediante unidades municipales desconcentradas, formadas como empresas municipales o como empresas mixtas.</li> </ul>
<b>A través de operadores especializados, contratados bajo diferentes modalidades.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay aquí varias modalidades.</li> <li>• La municipalidad (o la comunidad) dan a una persona o familia la concesión del servicio. Este operador da agua a la población y cobra.</li> <li>• En otros casos, la municipalidad cobra y efectúa un contrato de gerencia con el operador especializado.</li> <li>• En otros casos, las municipalidades se asocian y forman empresas mixtas prestadoras de servicios que administran varios sistemas de abastecimiento de agua.</li> </ul>
<b>A través de organizaciones o empresas comunales.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la mayoría de localidades rurales, se forman organizaciones o empresas comunales dedicadas específicamente a administrar los sistemas de abastecimiento de agua. Por lo general, no tienen fines de lucro. Estas adquieren nombres diferentes. (Comités de agua, Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento, Cooperativas, Asociaciones administradoras de acueductos, etc.). Estas pueden o no incluir un Gerente, Administrador o personal de otra denominación. Es conveniente que estén formalmente reconocidas por el municipio.</li> <li>• Hay otros casos donde son las mismas organizaciones sociales de base, territoriales, las que gestionan el servicio, para lo cual designan para esa función a uno de sus directivos (Agüero, 2005).</li> </ul>

Estas organizaciones o empresas comunales pueden adoptar una de las formas que se muestran en el siguiente esquema:



La municipalidad debe tener un registro actualizado de todos los sistemas de abastecimiento de agua y de todos los operadores; y debe dar a los operadores el apoyo y el soporte que requieren, para garantizar un buen servicio sostenible en el tiempo. La comunidad y la familia tienen un rol fundamental en la utilización y conservación del sistema. Deben preocuparse por la calidad y continuidad del servicio, y por garantizar que los beneficios económicos y sociales no se pierdan por descuido de los usuarios finales.

### 3.4 DESARROLLO COMUNITARIO<sup>18</sup>

El desarrollo comunitario representa la superación de una realidad y la posibilidad de una mayor calidad de vida y bienestar. Es

<sup>18</sup> Fuente: OPS/CEPIS/PUB/04-104. Giraldo Bertha. Guía de promoción y desarrollo comunitario para asegurar la calidad del agua en los países en desarrollo. Lima, 2004

el desarrollo económico y social de un grupo de personas en un lugar común.

Para lograr cambios profundos en la comunidad, los programas o proyectos de saneamiento básico y de promoción de la calidad del agua deberán generar procesos de intervención comunitaria y tener los siguientes ejes básicos:

- La participación
- La corresponsabilidad ciudadana
- La capacitación
- La coordinación
- La integración institucional, y
- El compromiso de los técnicos locales

Estos ejes básicos significan:

- La **participación** es un eje central de la intervención comunitaria. A través de ella se busca promover, favorecer y dinamizar la participación de la comunidad

en todo el proceso de desarrollo de los programas de intervención. Sin esta participación será difícil lograr una intervención que responda a las necesidades de la comunidad y que mejore su calidad de vida.

- Se deberá promover en la ciudadanía su **corresponsabilidad** en la solución de los problemas comunes y públicos. Se relevará la importancia de desempeñar un papel activo y colectivo respecto a su entorno físico, social y ambiental.
- Para poder iniciar estos procesos de desarrollo comunitario, se requiere la **capacitación** adecuada para los diferentes agentes comunitarios.
- Se deberá **coordinar** una mayor interacción con otras instituciones y servicios con los cuales se puedan compartir intereses y se participará en programas que se dirijan a la misma población para contribuir a procesos de cambios progresivos y permanentes.
- Se deberá promover la **integración institucional**, es decir la integración de los planes, programas y proyectos que las diversas instituciones deciden poner en marcha y que estén dirigidos a la población. Estos encuentros entre instituciones son fundamentales para aprovechar al máximo los recursos y para afianzar el proceso de desarrollo comunitario.
- Se deberá involucrar a los **técnicos de los gobiernos locales, servicios de salud y servicios de educación**. Estos son tres pilares básicos de la comunidad por el papel que pueden y deben jugar en el proceso de desarrollo comunitario

### 3.4.1 Disponibilidad de instrumentos

De acuerdo con diversas experiencias en salud, agua y saneamiento se pueden utilizar los siguientes instrumentos para implementar

programas dirigidos a mejorar la calidad del agua:

- El diagnóstico participativo
- La planificación descentralizada y participativa
- Estrategias de promoción y de concertación
- La comunicación y el mercadeo social
- Los estudios de caso y la sistematización de experiencias
- El trabajo en equipos multidisciplinares y
- El monitoreo y la evaluación

### 3.4.2 Diseño de un programa comunal de promoción y movilización social para la calidad del agua

Un programa comunal de este tipo deberá seguir los siguientes pasos:

- Organización de un equipo multidisciplinario y multisectorial
- Capacitación del equipo responsable
- Formulación del Programa
  - Definición de los principios básicos
  - Definición del enfoque
  - Definición de los objetivos
  - Definición de la estrategia de intervención
  - Definición de los resultados o productos esperados
  - Definición de las actividades para alcanzar los resultados
  - Programación
  - Presupuesto
- Presentación y aprobación del programa
- Organización para la ejecución
- Divulgación del programa
- Ejecución del programa
- Monitoreo y evaluación
- Sistematización y divulgación

### Definición de las actividades para alcanzar los resultados del programa

Las actividades son las tareas que se deben realizar para lograr los resultados considerados en el programa. Cada resultado requerirá un número determinado de tareas para su consecución.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de tareas de un programa de promoción de la calidad del agua :

- La capacitación de promotores para la vigilancia de la calidad del agua en la comunidad; talleres de planificación participativa
- El control sanitario mensual de la calidad del agua para evaluar a los responsables del servicio
- Talleres de educación sanitaria para propiciar cambios de comportamientos y de hábitos de higiene en el uso y cuidado del agua de consumo humano, y
- Campañas masivas de promoción de la calidad del agua

## 3.5 FORMAS DE ESTABLECER ALIANZAS ESTRATEGICAS CON BENEFICIOS MUTUOS<sup>19</sup>

### 3.5.1 Negociación

Las negociaciones son procesos a través de los cuales dos o mas partes tratan de

<sup>19</sup> Fuente: OPS/CEPIS/PUB/04-104. Giraldo Bertha. Guía de promoción y desarrollo comunitario para asegurar la calidad del agua en los países en desarrollo. Lima, 2004

reducir o terminar un conflicto entre ellas. Las metas no son mutuamente exclusivas de una u otra parte, son mas bien relaciones de interdependencia donde el logro de las metas del uno depende del éxito que el otro haya alcanzado. Es un proceso que requiere voluntad, esfuerzo y atención. Se puede ser exitoso solo si se consideran seriamente las metas, las formas y el significado de alcanzarlas, además de sus alternativas, y lo que se puede esperar si no se logra un acuerdo.

En las negociaciones, las metas dependen de la cooperación de otras personas y la negociación es exitosa cuando las partes suscriben un compromiso luego de haber hecho concesiones, persuasiones y de haber tenido una comunicación fluida. Sin embargo, hay que considerar que el tiempo y esfuerzos invertidos deben estar en proporción con los resultados esperados. No se debe perder tiempo en negociar términos que al final resulten insignificantes; en ese caso seria mas inteligente gastar dinero.

En el campo del saneamiento básico y calidad del agua es necesario tener conocimientos técnicos y habilidades sociales para manejar buenos procesos de negociación debido a la diversidad de actores, sus niveles de información y la creciente conciencia de la opinión pública acerca de la importancia del agua para el futuro de la humanidad, así como por los procesos de gobernabilidad del sector hídrico que ahora presentan mayores exigencias ciudadanas respecto a los servicios públicos y el fortalecimiento de la estructura social desde sus bases.

El potencial conflictivo del recurso hídrico se agrava cuando los países y las comunidades no tienen normas adecuadas ni capacidad de decisión frente a entes específicos, lo que hace que el conflicto perdure y que no se obtengan soluciones.

### 3.5.2 Pasos para una negociación exitosa

La negociación para ser exitosa demanda conocerse uno mismo y hacer el mejor esfuerzo para entender a la contraparte.

Si vamos paso a paso encontramos tres características comunes para cualquier negociación: la preparación, la conducción de la negociación, y la implementación.

#### La preparación

Este tal vez es el paso más importante; sin embargo, regularmente las personas participan en la negociación con poca o ninguna preparación. Cada uno sabe qué desea conseguir pero no tiene conocimiento sobre las concesiones que pueden realizar o lo que puede querer la otra parte. Típicamente estas personas no obtienen lo que ellos deseaban en la negociación.

La preparación implica:

- **Introspección:** decida qué puntos de la negociación son importantes para usted, cuánto está dispuesto a conceder si está presionado y cuál es el costo esperado (no necesariamente monetario) de la negociación.
- **Extrospección:** deduzca qué puntos son importantes para su contraparte, cómo pueden ellos proceder con sus ofertas y cuáles son sus opciones si las negociaciones se rompen. Los antecedentes culturales de su contraparte tienen un fuerte efecto en la forma en que ellos negocian.
- **Alternativas:** el otro lado raramente estará de acuerdo con la primera opción que usted pone en la mesa de negociaciones, por ello, deberá tener varias alternativas. También es importante prepararse para explicar su posición de una forma comprensible y convincente, lo cual ayuda no solamente a conseguir un mejor compromiso, sino que transmite seriedad en el trato, un sentimiento que ha de ser recíproco.

1

#### La conducción de la negociación

Es el intercambio de ofertas y contraofertas posiblemente con argumentos. Este paso puede tener lugar formalmente en una mesa de negociaciones o informalmente tomando una taza de café, en una conversación por teléfono o por mensajes de correo electrónico. Durante este proceso usted puede verificar sus suposiciones acerca de sus oponentes, sus necesidades y metas. Este paso termina cuando ambas partes alcanzan un compromiso satisfactorio.

Algunas personas deciden de antemano cómo conducir las negociaciones. Esto es lo que se denominaría el protocolo de la negociación, el cual puede llegar a ser una negociación en sí. La clave es que el protocolo sea aceptable para ambas partes y que ninguna se ponga en desventaja.

2

## 3

**La implementación**

Durante este paso ambas partes deben mantener las promesas que hicieron para alcanzar un compromiso. Sin embargo, los negociadores pueden darse cuenta de que ambas partes pueden ganar conjuntamente y hacer mejoras si cooperan con total sinceridad. Algunas veces se presenta un cuarto paso, la renegociación.

## 4

**La renegociación**

En este paso ambas partes intercambian nuevas ofertas hasta alcanzar un mejor compromiso. En realidad, en algunas culturas, como la japonesa, alcanzar un compromiso no es tan importante como desarrollar una larga relación. Consecuentes con ello, los negociadores japoneses esperan revisar frecuentemente el compromiso, lo que no es común en países occidentales, donde es más importante alcanzar y respetar un acuerdo formal.

*Lo que es recomendable:*

- Escuche y pida que lo escuchen.
- Mantenga la cabeza fría. Trate de utilizar criterios objetivos para exponer y evaluar las ofertas. Comunique estos criterios a su contraparte; puede ayudar a que ellos entiendan mejor su perspectiva
- Sea cuidadoso en su trato con alguien de otra cultura porque sin intención puede causar malos entendidos, lo cual es frecuente.
- No trate a su contraparte como a un enemigo. Recuerde que su contraparte tiene memoria y usted puede necesitar trabajar con él en el futuro.
- Concéntrese en los términos y no en las personas. Aún si usted conoce lo que sus oponentes desean, no lo diga. Mas bien, use ese conocimiento como su “carta escondida” para conseguir lo que desea de la negociación.
- Esté preparado para hacer concesiones y pedir que los otros también lo hagan. Tenga un plan para hacer concesiones pero no tema actualizarlo cuando la situación cambie. Recuerde que la negociación es un proceso dinámico que requiere flexibilidad.
- Si usted está bajo la presión del tiempo regularmente hace grandes concesiones; observe sus fechas límites cuidadosamente (puede usar esto para presionar a su contraparte)
- Evite venganzas y esté listo para pedir ayuda. Su contraparte usualmente responderá favorablemente y eso hará la atmósfera de la negociación más amigable
- Sea creativo para introducir nuevos términos en la negociación; encuentre nuevas cosas que beneficiaran a ambas partes. La creatividad puede cambiar una situación competitiva en una situación en la que ambas partes ganen.

**Lo que debe evitar:**

- Nunca haga amenazas, a menos que esté verdaderamente preparado para convertirlas en realidad
- Nunca negocie o haga que su contraparte tome públicamente una posición porque eso podría crear una resistencia
- No se deje atrapar haciendo concesiones porque usted ya ha invertido mucho tiempo y esfuerzo en una negociación. Siempre considere sus objetivos originales y esté preparado para salir y romper las negociaciones
- Evite mostrar sus necesidades para impresionar a otros, más bien enfóquese en sus objetivos primarios (identificados durante la etapa de preparación)
- No suponga que la contraparte piensa exactamente como usted y, al mismo tiempo, no piense que ellos son sus oponentes
- No responda con prisa; la paciencia da frutos
- Si la negociación es compleja, tome notas y no confíe en su memoria.

## 3.6 LA PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD

La experiencia de instituciones ligadas a los temas de agua potable y saneamiento básico, ha puesto de manifiesto que la autoestima de los miembros de la comunidad, y especialmente de las mujeres, fue realzada cuando las responsabilidades del proyecto fueron transferidas a la misma comunidad. Igualmente, el hecho de asumir responsabilidades durante la ejecución del proyecto preparó a la comunidad para el sostenimiento del mismo.

La principal conclusión de estas experiencias ha sido que el enfoque ideal y de mayor sostenibilidad es aquel que involucra a la comunidad en cada uno de los tres aspectos fundamentales: agua-letrinas-educación para la salud e higiene.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> La Educación en salud e higiene en los proyectos de agua y saneamiento, CARE-Perú, noviembre 2,000, 50 páginas.



Actividad de capacitación en comunidad del Municipio de Cuilco, Huehuetenango, Guatemala. Foto Cortesía de PCI.

### 3.6.1 Aspectos positivos de la participación de la comunidad en proyectos de agua y saneamiento

- La sostenibilidad, efectividad, impacto y replicabilidad de los proyectos de agua y saneamiento se ven reforzados principalmente porque la comunidad está ampliamente involucrada en las fases del proyecto.
- El fortalecimiento de técnicas y capacidades en la comunidad es de por sí positivo. La comunidad tendrá mayor

capacidad para emprender otros proyectos en el futuro.

- La institución encargada de apoyar el proyecto a su vez se fortalece con la experiencia adquirida en términos de mayor comprensión sobre la comunidad y el desarrollo de mayor confianza por parte de la misma. Esto servirá para mejorar las estrategias de los programas futuros.
- La comunidad se hace cargo de tareas normalmente asumidas por los organismos ejecutores, permitiendo ahorrar costos en personal, operaciones y otros.
- Es muy importante la contribución de la comunidad en la construcción de la infraestructura física tales como letrinas, por cuanto permite el ahorro de costos de materiales y transporte.
- Es importante involucrar a la comunidad desde la planificación del proyecto hasta la culminación del mismo, sobre todo para garantizar la operación y mantenimiento por parte de la misma comunidad.
- Uno de los aspectos importantes del involucramiento de la comunidad lo constituye el desarrollo de acciones para la desinfección del agua, así como también todos aquellos aspectos relacionados con la educación sanitaria y la higiene.

### **3.6.2 Aspectos a ser tomados en cuenta respecto a la participación de la comunidad en proyectos de agua y saneamiento, para promover una mejor participación**

- La comunidad determina el ritmo de progreso del proyecto. Generalmente este transcurre más despacio al comienzo pero se acelera conforme las actividades se tornan más concretas y captan el interés de un

número mayor de miembros de la comunidad. Algunas veces las actividades agrícolas o las fiestas comunitarias interfieren con el trabajo. La falta de liderazgo o los conflictos entre comunidades complican el avance del proyecto. En general, es difícil cumplir estrictamente con los programas y objetivos.

- Se recomienda que las fases del proyecto se programen en forma que exista mucha flexibilidad. Aunque son pocos los organismos donantes o las instituciones que pueden trabajar en esta forma.
- Es difícil lograr obras de calidad cuando la comunidad sola es responsable de la mano de obra como en la construcción de las instalaciones de agua y saneamiento, entierro adecuado de tuberías, protección de las fuentes de agua, secado apropiado del concreto y otros. Se hace necesario por tanto prestar asistencia técnica y supervisión continua si se quiere alcanzar buena calidad en las obras.

### **3.6.3 Importancia de la participación de la comunidad para mejorar las prácticas de higiene**

Según la experiencia de organizaciones e instituciones que apoyan los proyectos comunitarios, la tarea más difícil en proyectos de agua y saneamiento fue el logro de cambios efectivos y duraderos en los hábitos de higiene. Los aspectos que favorecen un cambio duradero en dichos hábitos están principalmente relacionados al grado de participación de la comunidad en dicho cambio. Por ello es importante:

- La participación de la comunidad en la evaluación inicial de las prácticas de higiene y las causas subyacentes.

- El uso de métodos participativos para las reuniones con la comunidad antes, durante y después de la implementación de las mejoras de infraestructura.
- La posibilidad de modificar la programación de acuerdo a los resultados de la verificación de hábitos de higiene entre los beneficiarios; y
- La función central del comité de salud de la comunidad en la verificación y estímulo para que se

mantengan los nuevos hábitos de higiene.

En el siguiente cuadro figuran aspectos que deben tomarse en cuenta al trabajar con la comunidad.

### 3.6.4 La Importancia del Enfoque de Género en proyectos de agua potable y saneamiento

Para garantizar el éxito de proyectos relacionados con agua potable y saneamiento básico, se hace imperativo

PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD: REQUISITOS PARA LA SOSTENIBILIDAD DE TODOS LOS COMPONENTES DE AGUA Y SANEAMIENTO RURAL			
ASPECTOS FUNDAMENTALES A CONSIDERAR	METODOLOGÍA TRADICIONAL	NUEVA METODOLOGÍA SOSTENIBLE	REQUISITOS
Elegibilidad/ selección de la población / comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección externa.</li> <li>• Basada en la necesidad identificada.</li> <li>• No participativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección basada en la demanda.</li> <li>• Participativa.</li> </ul>	Se requiere de metodologías participativas efectivas y facilitadores con experiencia.
Selección de opciones técnicas y nivel de servicios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imposición de tecnologías</li> <li>• Basada en la incapacidad de pago.</li> <li>• Ninguna negociación con la población.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de tecnologías apropiadas.</li> <li>• Basada en la voluntad de pago.</li> <li>• Negociada con la comunidad.</li> </ul>	Se requiere adaptaciones de tecnologías y el nivel de servicios.
Responsabilidad por la administración, operación y mantenimiento para la sostenibilidad de la inversión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo unilateral del donante.</li> <li>• Trabajo ejecutado sin involucrar a la comunidad.</li> <li>• Administración, Operación y mantenimiento subsidiado de las inversiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración, operación y mantenimiento asumido por la comunidad.</li> <li>• La comunidad está directamente involucrada en el trabajo.</li> </ul>	Se requiere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforzar la continuidad de la participación de la comunidad.</li> <li>• Administración operación y mantenimiento auto sostenible.</li> <li>• Asistencia técnica permanente.</li> </ul>
Responsabilidad por los cambios de hábitos para la sostenibilidad de la inversión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ninguna orientación para cambiar los hábitos de salud e higiene.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar con la comunidad los hábitos que necesitan cambio.</li> <li>• Se produce el cambio</li> <li>• En hábitos de higiene.</li> </ul>	Se requiere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia técnica permanente.</li> <li>• Acompañamiento</li> <li>• Permanente para mantener el cambio de hábitos.</li> </ul>

Fuente: CARE, La Educación en Salud e Higiene en los Proyectos de Agua y Saneamiento.

considerar las siguientes recomendaciones de enfoque de género a considerar antes, durante y después del desarrollo de dichos proyectos, tales recomendaciones son:

○ Una perspectiva de género que busque incluir una comprensión de los roles y relaciones de género y cómo éstos afectan y son afectados por las intervenciones de agua y saneamiento puede asegurar una mayor sostenibilidad y eficiencia de los recursos y, por lo tanto, incrementar el número de beneficiarios(as). La experiencia ha demostrado que las intervenciones que incluyen los puntos de vista y las aportaciones tanto de hombres como de mujeres funcionan generalmente mejor. El agua no es «neutra en cuanto al género»

- Mujeres y hombres tienen roles de género diferentes y cambiantes que están estrechamente ligados a relaciones de poder desiguales
- A menudo, las mujeres son las principales usuarias del agua para el consumo doméstico, la agricultura de subsistencia, la salud y el saneamiento. En muchos casos, también asumen el principal rol en la educación y salud de los niños, la salud familiar, el saneamiento y el cuidado de enfermos. Comprender los roles de género contribuirá a planificar las intervenciones y



Reunión de coordinación de proyecto de abastecimiento de agua en aldea "La Botija", Chiantla Huehuetenango, Guatemala.

políticas de agua, las cuales se basan en el conocimiento de cómo y por qué la gente elige las opciones que elige en el uso del agua para satisfacer sus necesidades.

- Desagregar los datos por hombres y mujeres
- Organizar las reuniones a horarios convenientes para las mujeres.
- Asegurar la participación de las mujeres en la toma de las decisiones claves sobre el sistema de agua.
- Promover que en el Comité de Agua se incorporen mujeres y que ocupen posiciones claves.
- Capacitar técnicamente tanto a hombres como a mujeres.
- Promover espacios mixtos para que se visibilice la participación de las mujeres y las reconozcan como productoras y usuarias del agua, en el riego, de manera que puedan mejorar su participación en las organizaciones de regantes.
- Introducir metodologías que faciliten o permitan el trabajo de las mujeres.
- Realizar talleres sobre género dirigidos a hombres para facilitar su sensibilización y permitir una mayor apertura hacia la participación de las mujeres.
- Establecer indicadores para medir el impacto de la intervención en términos de género.
- Aclarar en el ámbito comunitario que la participación equitativa es un beneficio.
- Propiciar la formulación y aplicación de indicadores de género en los proyectos.
- Apoyar la revisión, desde la perspectiva de género, de los reglamentos internos y los materiales didácticos utilizados en los proyectos.

# 4

## CAPÍTULO

# SANEAMIENTO BÁSICO



Fotografía cortesía de Carlos Oajaca



**LA CARENCIA** de agua potable en cantidad, calidad, continuidad y a un costo adecuado, así como la disposición inadecuada de excretas y de residuos sólidos, además de perjudicar la calidad de vida y las condiciones de producción afectan la integridad de las cuencas hidrográficas en general y de las fuentes de agua en particular. Dicho deterioro, unido a la carencia de agua potable crean ambientes insalubres que propician las enfermedades y disminuyen la productividad de la población.

La problemática mencionada en el párrafo anterior se aborda en el “**saneamiento básico**”, al cual llamamos “**básico**” por precisamente considerar las acciones mínimas que deben adoptarse en una localidad urbana o rural, para que las personas puedan vivir en un ambiente saludable. El saneamiento básico incluye:

- El abastecimiento de agua para consumo humano.
- El manejo y disposición final adecuada de las aguas residuales y excretas.
- El manejo y disposición final adecuada de los residuos sólidos municipales.

En las áreas rurales el saneamiento básico constituye un reto multidisciplinario e interinstitucional. Con pocos recursos es necesario crear condiciones que mejoren la calidad de vida e incorporen variables

de orden técnico, económico, social y ambiental que contribuyan a lograr intervenciones sostenibles.

Las autoridades locales son quienes tienen la mayor oportunidad y responsabilidad de eliminar el riesgo para la salud que se puede encontrar en la ausencia o déficit del saneamiento básico.

Por lo anterior, es necesario desarrollar capacidades para que las autoridades locales formulen sus estrategias de desarrollo a partir de las posibilidades técnicas de atender las necesidades de la comunidad. Esto implica en cuanto al agua y al saneamiento en las zonas rurales, que ellos conozcan aspectos básicos de las fuentes de agua y métodos de aforo, los principales sistemas rurales de abastecimiento de agua, los principales sistemas rurales de saneamiento y el control y vigilancia de la calidad del agua.

Considerando lo mencionado, en este capítulo se presenta información general que esperamos sea útil para definir la alternativa tecnológica mas conveniente para la realidad local que se quiere mejorar.

## 4.1 COMPLEJIDAD DE LOS PROBLEMAS<sup>21</sup>

Existen dificultades que son comunes en las áreas rurales:

- Bajo nivel socio económico de los beneficiarios;
- Viviendas aisladas o pequeños núcleos urbanos, lo cual no permite economías de escala en las soluciones propuestas;
- Limitado acceso a nuevas tecnologías;
- Limitado o nulo acceso a recursos financieros;
- Los sistemas son operados a través de organizaciones conformadas por miembros de la comunidad, lo que resulta en bajo nivel técnico de los operadores; y
- Carencia de supervisión, control y apoyo técnico de instituciones públicas o empresas de agua y saneamiento de mayor tamaño.

La complejidad del sistema de abastecimiento de agua en esas zonas está vinculada a factores locales como las fuentes de abastecimiento disponibles, la oferta de agua, la dispersión de las viviendas, factores climáticos, etc. En algunos casos la solución que se adopta es única, no existiendo alternativas más simplificadas.

La disposición de excretas también puede ser compleja. En la medida que el tamaño de la comunidad aumenta, la dispersión de las viviendas disminuye y éstas llegan a contar

con abastecimiento de agua domiciliario, podría llegar a ser necesario recurrir a una solución centralizada (red de alcantarillado y tratamiento de los desagües).

Antes de instalar cualquier tipo de servicio de saneamiento básico es necesario desarrollar en la comunidad el sentido de la necesidad del servicio que se implementará y que se genere la demanda a partir de esta prioridad. La experiencia muestra que aún los sistemas más simples quedan inoperantes en poco tiempo, por la falta de interés que tienen los beneficiarios y responsables por desarrollar las tareas mínimas de mantenimiento que se requieren.

También es importante buscar alternativas de pequeña escala que atiendan a las necesidades específicas de cada localidad. Éstas deben ser fáciles de usar y operar, no deben requerir mano de obra especializada, ni involucrar altos costos de mantenimiento.

## 4.2. SOSTENIBILIDAD Y TECNOLOGÍAS APROPIADAS<sup>22</sup>

Muchos proyectos tienen dificultades de sostenibilidad y dejan de operar al poco tiempo de haberse implementado. En otros, la calidad del servicio incluida la calidad del agua, están por debajo de lo esperado. Las causas de la falta de sostenibilidad son múltiples, siendo una de ellas la tecnología que en la mayor parte de las veces excede la capacidad de operación, mantenimiento y administración de la comunidad beneficiada, lo cual conduce al lento deterioro de las instalaciones y al abandono de las mismas en un tiempo muy por debajo de su horizonte de diseño o de la vida útil de sus componentes.

<sup>21</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

<sup>22</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

Varios son los factores que inciden en la selección de una tecnología que sea sostenible, y la correlación de estos factores es la clave para identificar la opción tecnológica y el nivel de servicio más idóneo para una localidad determinada.

Las soluciones que se planteen para dotar con servicios de saneamiento básico a las comunidades rurales deben ser adecuadas a las capacidades locales para mantenerlas. Esto es, deben ser compatibles con la cultura local y con la capacidad de pago de la población para su operación y mantenimiento, lo que demanda como uno de sus requisitos, el uso de tecnologías apropiadas a cada caso<sup>23</sup>.

Las tecnologías son apropiadas cuando tienen en cuenta la diversidad y las posibilidades de las realidades locales; y son desarrolladas desde y con las comunidades y no desde laboratorios centralizados. Las tecnologías apropiadas para ser consideradas como tales deben:

- Aprovechar los recursos del ecosistema, es decir, los insumos materiales y energéticos locales;
- Generarse en concordancia con la cultura y los intereses locales y regionales;
- Contribuir a la conservación del ambiente, al reciclaje de sus recursos y al empleo de fuentes alternas de energía;
- Generar y afianzar la participación organizada de la comunidad usuaria;
- Disminuir la dependencia científico-tecnológica de nuestros países e impulsar el desarrollo de sus potencialidades.

#### 4.2.1 Factores de sostenibilidad

Para tener soluciones sostenibles debe planificarse teniendo en cuenta la gestión

integral de los recursos hídricos de la cuenca. También debe efectuarse una selección adecuada de la tecnología más conveniente para la localidad y organizar la participación y gestión comunitaria con enfoque de género e interculturalidad. La política financiera debe garantizar la operación y mantenimiento eficiente del sistema y, desde el ámbito local, se necesita un apoyo institucional continuo. Los factores que se consideran clave para lograr la sostenibilidad de una infraestructura de agua y saneamiento en zonas rurales son:

1. Tamaño de la comunidad.
2. Demanda del sistema por la comunidad.
3. Solución adecuada al problema.
4. Baja complejidad del sistema.
5. Calidad del diseño y de la obra.
6. Capacidad de los beneficiarios para administrar, operar y mantener la solución adoptada.
7. Capacitación a los operadores en el control de la calidad de agua para consumo.
8. Apoyo externo para solucionar los problemas fuera del alcance de la capacidad local.

#### Componentes

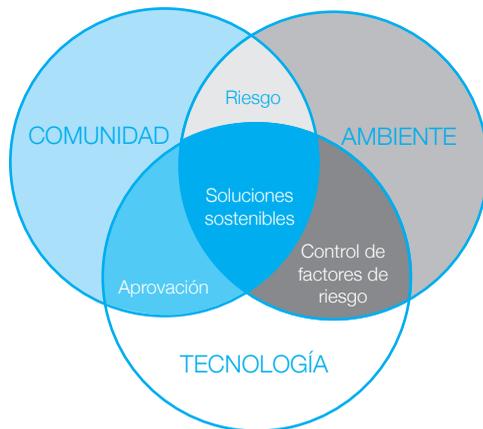
El componente social del proyecto (capacitación en la operación y mantenimiento, promoción social para la generación de la demanda) favorece el desarrollo de capacidades de la comunidad, pero no es suficiente para garantizar la sostenibilidad. Si no se cumplen con los demás requisitos, será difícil lograr la sostenibilidad esperada.

En algunas situaciones específicas, será necesario un apoyo externo que pueda contrarrestar los efectos negativos encontrados.

<sup>23</sup> <http://www.tecnologiasapropiadas.com/biblioteca/TecnologiasApropiadasQueSon.html>

## Líneas de acción

Por el tipo de problemas de agua y saneamiento que existen en las localidades rurales, la solución debe basarse en tres ejes de intervención principales:



1. **Técnico**, corresponde al plano económico, donde el objetivo mayor es el desarrollo. Involucra instalar o rehabilitar la infraestructura de agua y saneamiento acorde a la realidad local y organizar la administración y operación del servicio, el mantenimiento de su infraestructura y la evaluación de los riesgos sanitarios.
2. **Social**, donde el objetivo mayor es la equidad. Involucra fortalecer a los beneficiarios para que demanden un buen servicio y apoyar el empoderamiento de sus dirigentes para que lo gestionen; promover la aceptación cultural y el ejercicio de las prácticas de higiene; y organizar el asesoramiento y apoyo externo municipal y de otras instituciones, para la adecuada gestión y sostenibilidad de los servicios.
3. **Ambiental**, donde el objetivo mayor es la sustentabilidad. Involucra el cuidado del ambiente y la protección del agua y de sus fuentes, para que puedan ser usadas por otras personas.

Para que la tecnología que se seleccione para una comunidad rural sea sostenible debe cuidarse que la misma sea socialmente aceptada y aceptable por parte de la población. La experiencia ha mostrado que todos los procesos de transferencia tecnológica que no encaran profundamente el factor humano de los actores del mismo están destinados al fracaso, sobre todo si esos procesos involucran los factores de desarrollo y estilos de vida de la comunidad.

Las tecnologías socialmente aceptadas son tecnologías que fomentan la organización y el trabajo solidario, generalmente se aplican en escalas pequeñas controlables y de fácil planificación, teniendo como características el que:

- Son de fácil asimilación por parte de la población.
- Requieren abundante mano de obra.
- Tienen acción ambiental positiva.
- Utilizan preferentemente recursos renovables.
- Son solidarias en la utilización de recursos no renovables.
- Utilizan principalmente recursos locales.
- Son económicas.
- Toman en cuenta la realidad sociocultural de los usuarios.

## AGUA

### 4.3 TIPOS DE FUENTES<sup>24</sup>

Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser:

- Subterráneas: manantiales, pozos.
- Superficiales: lagos, ríos, canales.
- Pluviales: aguas de lluvia.

<sup>24</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

Para seleccionar la fuente de abastecimiento deben considerarse las necesidades de la población, la disponibilidad y la calidad de agua durante todo el año, así como todos los costos involucrados en el sistema, tanto de inversión como de operación y mantenimiento.

El tipo de fuente de abastecimiento influye directamente en las alternativas tecnológicas viables. El rendimiento de la fuente de abastecimiento puede condicionar el nivel de servicio a brindar. La operación y el mantenimiento de la alternativa seleccionada debe estar de acuerdo a la capacidad de gestión de los beneficiarios del proyecto, a costos compatibles con su perfil socio económico.

#### Fuentes subterráneas

La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos excavados y tubulares.

Las fuentes subterráneas protegidas generalmente están libres de microorganismos patógenos y presentan una calidad compatible con los requisitos para consumo humano. Sin embargo, previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes.

#### Fuentes superficiales

Las aguas superficiales están constituidas por los ríos, lagos, embalses, arroyos, etc.

La calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagües domésticos, residuos de actividades mineras o industriales, uso de defensivos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos y otros.

## 4.4 CALIDAD DEL AGUA Y PROTECCIÓN DE LAS FUENTES<sup>25</sup>

La calidad del agua debe evaluarse antes de construir el sistema de abastecimiento. El agua en la naturaleza contiene impurezas, que pueden ser de naturaleza físico-química o bacteriológica y varían de acuerdo al tipo de fuente. Cuando las impurezas presentes sobrepasan los límites recomendados, el agua deberá ser tratada antes de consumirse. Además de no contener elementos nocivos a la salud, el agua no debe presentar características que puedan ocasionar que la población rechace su uso.

Se define como agua potable aquella que cumple con los requerimientos de las normas y reglamentos nacionales sobre calidad del agua para consumo humano y que básicamente atiende a los siguientes requisitos:

- Libre de microorganismos que causan enfermedades.
- Libre de compuestos nocivos a la salud.
- Aceptable para consumo, con bajo contenido de color, gusto y olor aceptables.
- Sin compuestos que causen corrosión o incrustaciones en las instalaciones sanitarias.

El agua para consumo humano debe cumplir los estándares de calidad establecidos por las normas vigentes de cada país. Las “Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano” de la OMS recomiendan valores límites para los diferentes contaminantes que pueden encontrarse en el agua de consumo humano.

<sup>25</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

## La protección de las fuentes

La protección de fuentes de agua o nacimientos es un conjunto de prácticas que se aplican para mejorar las condiciones de producción de agua en calidad y cantidad, reducir o eliminar las posibilidades de contaminación y optimizar las condiciones de uso y manejo.

Estas prácticas pueden ser (Vieira, 2002):

- **En el área de recogimiento de la fuente:** Para aumentar la infiltración de agua en el suelo, recargar la capa freática que la sostiene y evitar la contaminación.
- **En el afloramiento del agua:** Para mejorar la captación y eliminar la contaminación local.
- **En el uso y manejo del agua:** Para evitar los desperdicios y la contaminación, tanto local como aguas abajo.

## Formas de contaminación del agua

Los contaminantes tienen un impacto significativo en los problemas de calidad del agua, sin embargo normalmente son de difícil definición y cuantificación, por ese motivo muchas veces los programas de control no los tienen en consideración adecuadamente. La forma en que se contamina el agua puede ser dos tipos:

- **Formas puntuales**  
Son las descargas en puntos definidos, como las descargas de desagües, industrias, etc. Los desagües domésticos presentan una gran cantidad de contaminantes que pueden provocar daños al ambiente, por ese motivo deben ser tratados antes de su disposición final.
- **Formas no puntuales**  
La contaminación no puntual está asociada a las aguas de lluvia, deshielo, percolación,

etc. A medida que la lluvia cae, acarrea contaminantes naturales o producidos por el hombre.

Los contaminantes pueden ser:

- Relaves mineros
- Exceso de fertilizantes, herbicidas e insecticidas provenientes de usos agrícolas o domésticos;
- Aceites, grasas y contaminantes tóxicos transportados por el arrastre de agua de lluvia en zonas urbanas;
- Sedimentos provenientes de construcciones, zonas agrícolas o erosión;
- Drenaje ácido de minas abandonadas;
- Materia orgánica y microorganismos provenientes de zonas de ganadería;
- Arrastre de basura;
- Contaminantes en la atmósfera (material en partículas y otros compuestos).

## Prácticas de protección

La protección de las fuentes es de importancia fundamental para garantizar el abastecimiento de agua de buena calidad. Es importante evitar la contaminación de la fuente ya que si ésta ocurre luego será necesario tratar el agua, lo cual puede tener un costo muy elevado.

Las fuentes de agua subterránea como manantiales y pozos deben estar protegidas contra la contaminación, las inundaciones y aguas superficiales. Se recomienda establecer un perímetro de protección para que el acceso de personas y animales esté restringido. Deben limitarse o prohibirse las actividades o instalaciones que puedan contaminar las aguas subterráneas, o que afecten el caudal realmente aprovechable para el abastecimiento a la población (Espinoza, Muñoz, Lobo 2004).

Para prevenir la contaminación de las fuentes, se debe dar atención especial a las siguientes medidas para controlarla:

## Prevencción de la contaminación por actividades agrícolas

- Gestión de los residuos sólidos animales para evitar la contaminación del agua superficial y subterránea.
- Reducir el uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes.
- Eliminar el uso de pesticidas de elevada toxicidad, dando prioridad al uso de productos de origen biológico menos contaminantes.
- Disminuir la erosión a través del empleo de prácticas conservativas.
- Disposición adecuada de los envases de pesticidas, contenedores, agua de limpieza, etc.

## Prevencción de la contaminación por arrastre de agua de lluvia en zonas urbanas

- Disponer de un sistema de recolección adecuado y oportuno de basura.
- Mantener calles y patios de las casas libres de basura.
- Evitar la defecación en zonas abiertas y sujetas a arrastre. Disposición adecuada de heces.
- Disponer adecuadamente restos de pintura, aceite usado, productos químicos domésticos, etc., nunca echar a la calle o a los desagües.
- Los aceites usados deben ser recolectados, de ninguna manera esos productos deben ser descargados en los desagües o en las calles.
- Controlar zonas de erosión con adecuada protección.
- Adecuada operación y limpieza de tanques sépticos.
- Utilizar detergentes con bajo contenido de fósforo, para reducir la cantidad de nutrientes descargada en lagos y ríos.

## Prevencción de la contaminación por actividades mineras

- Con relación a las actividades industriales o mineras, es necesario evaluar previamente a su implantación los impactos ambientales que pueden ser generados a lo largo de su operación. Según el resultado de la evaluación deben verse las medidas mitigadoras correspondientes, tales como el tratamiento de las aguas residuales generadas, la disposición adecuada de los residuos sólidos, el reciclaje de aguas, la recuperación de sustancias químicas, etc.

4.5 MÉTODOS DE AFORO<sup>26</sup>

Cuando se ubica una fuente que podría utilizarse para el abastecimiento de agua es necesario medir la cantidad de agua que produce con el fin de conocer para qué cantidad de población puede alcanzar. Esto se hace a través de una operación que se llama aforo, la cual consiste en medir el caudal, o sea el volumen de agua que pasa por una sección de un curso de agua en un tiempo determinado.

El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario de la población, con el fin de poder cubrir la demanda de agua de la población futura. Lo ideal sería que los aforos se efectúen en las temporadas críticas de los meses de estiaje (los meses secos) y de lluvias, para conocer caudales mínimos y máximos.

<sup>26</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua<sup>27</sup>. Los más utilizados en los proyectos rurales son los métodos volumétrico y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta con un máximo de 10 lts./seg. y el segundo para caudales mayores a 10 lts./seg.

27 Los aspectos técnicos se describen en el documento Lampoglia, Agüero y Barrios (2008) Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales. SER, págs 13 y ss.

### Método volumétrico

Consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en lts./seg.



### Método de velocidad – área

Este método mide la velocidad del agua superficial que discurre de la fuente, tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme.

Se toma un trecho de la corriente; se mide el área de la sección uniforme o su promedio; se lanza un cuerpo que flote, aguas arriba del primer punto de control. Cuando el cuerpo pasa por dicho punto se

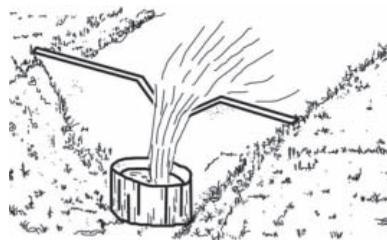


inicia la toma del tiempo que dura el viaje hasta el punto de control corriente abajo. Al resultado de la velocidad se le ajusta por un factor de 0.8 a 0.9

### Método de vertedero

Este método de medición de caudal es útil para caudales pequeños.

Se coloca el vertedero que puede ser rectangular o triangular, en forma transversal a la sección del canal o flujo del agua. Se interrumpe el flujo del agua y se produce una depresión del nivel, se mide el tamaño de la lámina de agua y su altura, calculándose la cantidad de agua que se vertió en ese tiempo.



Estas mediciones son válidas para la fecha en que se efectúan. Se recomiendan mediciones periódicas para conocer las variaciones del flujo.

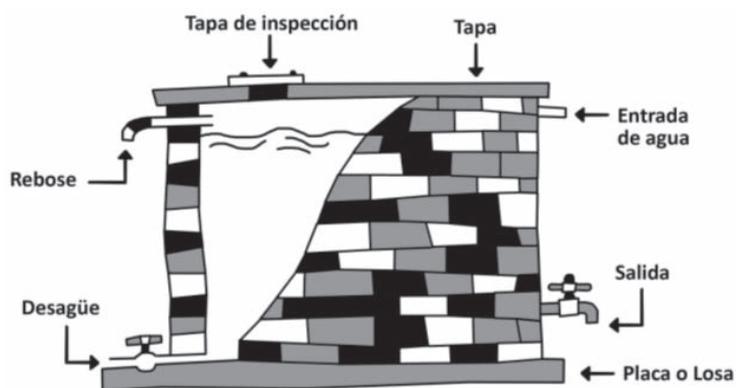
## 4.6 ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y DE LA OPCIÓN TECNOLÓGICA<sup>28</sup>

### 4.6.1 Nivel de servicio

Es la forma como se brinda el servicio al usuario. Los niveles de servicio pueden ser público o por conexión domiciliaria.

#### Público o multifamiliar

Reciben el servicio a través del acceso a pequeñas fuentes de abastecimiento de agua de uso exclusivo, o a partir de piletas o surtidores públicos abastecidos por una red. Las familias deben transportar el agua hasta su domicilio.



#### Conexión domiciliaria o familiar

Reciben el servicio individualmente en sus viviendas, por medio de conexiones domiciliarias conectadas a una red pública a las que se empalman las instalaciones intra domiciliarias. Éstas pueden estar ubicadas:

<sup>28</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

- fuera de la vivienda (punto de agua al exterior de la vivienda)
- dentro de la vivienda (conexión con módulos sanitarios).

El nivel del servicio debe ser de acuerdo a las necesidades de las familias pero se ve influenciado por la capacidad de la fuente, el monto de la inversión disponible, los costos de operación y mantenimiento y la capacidad técnica y económica de los usuarios.

El nivel de servicio con conexión intradomiciliaria es el que proporciona mayor garantía sanitaria al usuario, ya que disminuye el requerimiento de almacenamiento intra domiciliario del agua y los riesgos de contaminación asociados a esa práctica.



Nivel de servicio con conexión intradomiciliaria

### Factores de selección

Los factores que generalmente inciden en la selección apropiada de una solución tecnológica para el abastecimiento de agua son de tipo técnico, económico, social y cultural. La secuencia de su aplicación debe ser analizada de forma tal que permita establecer la opción tecnológica y el nivel de servicio más convenientes.

Los siguientes factores han sido considerados luego de un amplio análisis por parte de profesionales que laboran en el campo del diseño de pequeños sistemas de abastecimiento de agua<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> CEPIS, Consideraciones para la Selección de la Opción Tecnológica y Nivel de Servicio en Sistemas de Abastecimiento de Agua. Lima, enero 2002.

## Factores Técnicos

### Dotación

este factor está vinculado con el nivel de servicio y se consideran los siguientes rangos:

- Menor a 20 l/hab/día: abastecimiento individual o multifamiliar a partir de pequeñas fuentes de agua de uso exclusivo.
- De 20 a 40 l/hab/día: suministro comunitario a través de fuentes públicas; y
- Mayor de 40 l/hab/día: provisión del servicio público de abastecimiento de agua mediante fuentes públicas o conexiones domiciliarias.

Estos valores son referenciales e indican rangos de dotación que pueden ser variados en función de las condiciones culturales, económicas, climáticas, etc., del lugar de intervención.

### Fuente

Las fuentes de abastecimiento de agua, en función de su procedencia y facilidad de tratamiento se clasifican como:

- Superficial: compuesta por lagos, ríos, canales, etc.
- Subterránea: Conformada por aguas subálveas y profundas; y
- Pluvial: representada por las aguas de lluvia.

### Rendimiento de la fuente

Determina la cantidad y disponibilidad de agua que puede ser destinada al abastecimiento de agua, y permite definir el nivel de servicio al que puede acceder la comunidad que será beneficiada.

### Tipo de fuente subterránea

Las aguas subálveas y profundas pueden ser captadas por medio de manantiales de ladera o de fondo, galerías filtrantes y pozos perforados y excavados.

### Ubicación de la fuente

La fuente de agua puede estar ubicada

por encima o por debajo de la localidad y permite definir si el abastecimiento es por gravedad o por bombeo.

## Factores Sociales

### Categoría de la población

Se considera como comunidad rural a las localidades cuya población normalmente no es mayor a 2000 habitantes. Sin embargo el algoritmo de selección que se presenta mas adelante puede ser aplicado a localidades con mayor número de habitantes, si su patrón corresponde a una localidad rural.

### Características de la población

La característica está vinculada con la distribución espacial de la población y puede ser:

- Concentrada: Corresponde a las localidades con viviendas agrupadas formando calles y vías que determinan un crecimiento con tendencia a un núcleo urbano; y
- Dispersa: son localidades con viviendas distanciadas unas de otras y sin un orden de desarrollo preestablecido.

### Tipo de Servicio

Es el resultado o la definición de la opción tecnológica y nivel de servicio que mejor se adecúa a las necesidades de la comunidad y que responde a las características físicas, económicas y sociales de la misma. Se consideran tres niveles básicos: familiar, multifamiliar y comunal.

- **Familiar:** permite atender de una a cinco familias.
- **Multifamiliar:** facilita la atención a grupos que van de cinco a veinticinco familias.
- **Comunal:** permite atender a grandes grupos de familias.

## Factores Económicos

### Condición Económica

Es un factor muy importante a considerar, ya que permite evaluar la opción tecnológica

y el nivel de servicio, al influir estos directamente en el monto de inversión para la construcción del sistema o los gastos de operación y mantenimiento. Teniendo en cuenta los niveles de ingresos económicos de las poblaciones a ser atendidas, puede ser bajo, medio o alto.

- **Bajo:** Cuando los ingresos familiares corresponden a la mitad del valor de la canasta familiar básica.
- **Medio:** corresponde a ingresos familiares equivalentes al valor de la canasta familiar básica.
- **Alto:** cuando los ingresos familiares equivalen a dos o más veces el valor de la canasta familiar básica.

#### 4.6.2 Opciones tecnológicas

Las opciones tecnológicas son las diferentes soluciones de ingeniería que se ajustan a las características físicas, económicas y socioculturales de las poblaciones.

Permiten seleccionar la manera óptima de proporcionar servicios de calidad de agua potable y saneamiento a un costo compatible con la realidad local.

Las opciones tecnológicas para abastecimiento de agua están condicionadas por el rendimiento y la ubicación de las fuentes, por el tamaño y dispersión de la población, por su ubicación geográfica, condiciones climáticas, etc. Estas condiciones determinarán que la opción tecnológica sea “convencional” o “no convencional”<sup>30</sup>. Para las poblaciones rurales, en la mayoría de los casos es posible utilizar sistemas de tecnología simple, que no demandan personal calificado o altos costos operativos.

El siguiente cuadro presenta un resumen de lo indicado en párrafos anteriores.

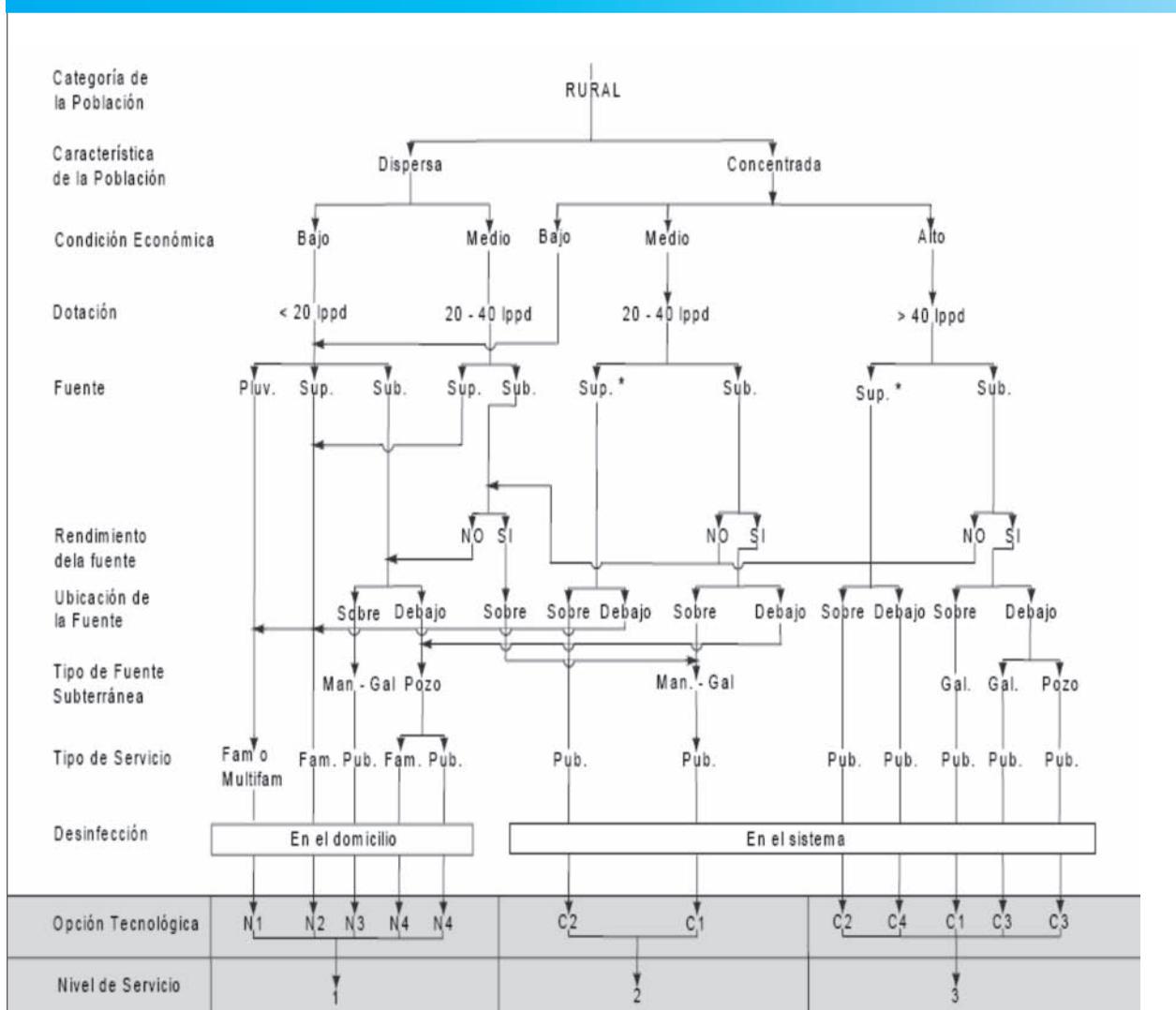
30 OPS-OMS. GTZ-Cooperación Alemana al Desarrollo. Tecnologías apropiadas en Agua y Saneamiento-Curso de Auto instrucción. Lima, Perú

FACTORES A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS	
Fuentes de abastecimiento disponibles	Subterránea Superficial
Conducción del agua	Por gravedad Por bombeo
Caudal disponible	Cantidad Temporalidad Calidad
Tratamiento requerido	Desinfección Tratamiento simplificado + desinfección Tratamiento químico + desinfección
Mantenimiento requerido	Simple Intermedio Complejo
Características locales	Clima Topografía Accesibilidad
Niveles de ingreso	Bajo Medio Alto
Capacidades locales	Muy baja Regular Buena
Tipo de población	Concentrada Dispersa

# 4.7 ALGORITMO PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Este algoritmo nos orienta sobre un procedimiento para seleccionar la tecnología apropiada, basándose en los criterios anteriormente explicados en este capítulo. Es una guía para todas aquellas personas que desean planificar, construir, desarrollar proyectos. Fue desarrollado por el CEPIS y consideramos que es una herramienta valiosa en agua potable. En este algoritmo se consideran las siguientes soluciones técnicas:

## SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA



\* Incluye planta de tratamiento

Nivel de servicio	Opción tecnológica	
	Sistemas no convencionales	Sistemas convencionales
1: Pequeña fuente de abastecimiento exclusiva o conexión domiciliaria	N1: captación de agua de lluvia	C1: Gravedad sin tratamiento
2: Fuente pública	N2: aguas superficiales - filtro de mesa	C2: Gravedad con tratamiento
3: Fuente pública o conexión domiciliaria enlazadas a un sistema	N3: protección de manantiales	C3: Bombeo sin tratamiento
	N4: pozos - bomba manual	C4: Bombeo con tratamiento

Fuente: CEPIS, OPS/OMS.

**Opción Tecnológica**

**Sistemas no convencionales**

- C1: Gravedad sin tratamiento
- C2: Gravedad con tratamiento
- C3: Bombeo sin tratamiento
- C4: Bombeo con tratamiento

**Sistemas convencionales**

- N1: Captación de agua de lluvia.
- N2: Aguas superficiales-filtro
- N3: Protección de manantiales
- N4: Pozo-bomba manual

**Nivel de Servicio**

- 1: Pequeña fuente de abastecimiento exclusiva o conexión domiciliar.
- 2: Fuente pública.
- 3: Fuente pública o conexión domiciliar enlazadas a un sistema.

## 4.8 SISTEMAS CONVENCIONALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA<sup>31</sup>

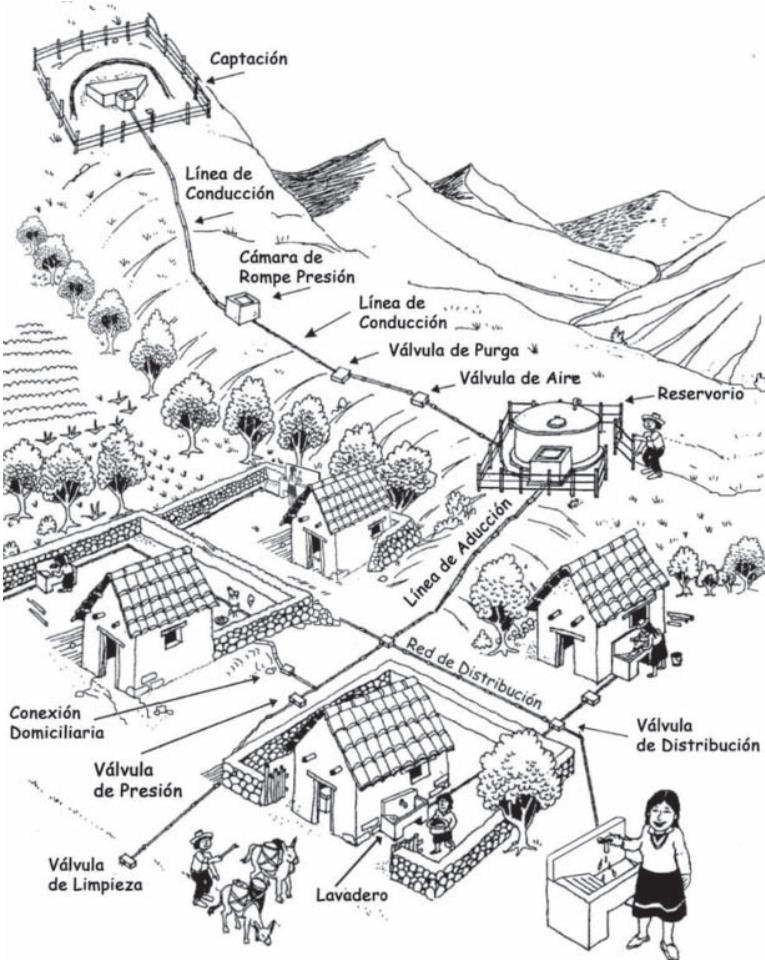
Se considera como sistema “convencional” aquel que brinda un servicio público de abastecimiento de agua al nivel de vivienda mediante conexiones domiciliarias, empleando un sistema de distribución de agua diseñado para proporcionar la calidad y cantidad de agua establecidas por las normas de diseño.

Son sistemas que son diseñados y construidos a partir de criterios de ingeniería claramente definidos y tradicionalmente aceptados, con un resultado preciso para el nivel de servicio establecido por el proyecto, ya sea a nivel de vivienda mediante conexiones domiciliarias o a nivel comunitario con piletas públicas. Consta de uno o más de los siguientes componentes:

- Captación o pozo.
- Línea de conducción o impulsión
- Planta de tratamiento o estación elevadora de agua.
- Reservorio o tanque de almacenamiento.
- Línea de aducción.
- Red de distribución
- Conexiones domiciliarias.

Para zonas rurales, es usual denominar los “sistemas por gravedad” cuando la fuente de agua se encuentra a más altitud que las viviendas de los usuarios; y “sistemas por bombeo”, cuando la fuente se encuentra más abajo y se requiere el uso de bombas para hacer llegar el agua a los usuarios.

<sup>31</sup> Fuente: OPS Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009



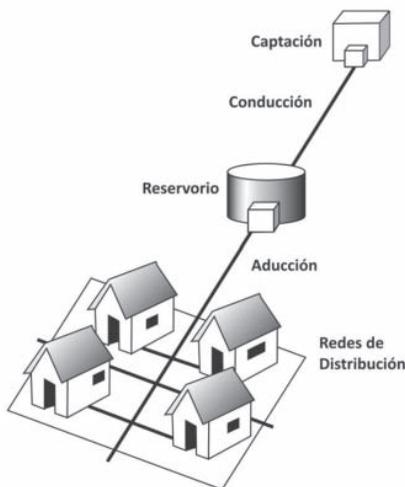
## 4.8.1 Tipos de sistemas convencionales

Los sistemas convencionales pueden ser:

- Abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST)
- Abastecimiento por gravedad con tratamiento (GCT)
- Abastecimiento por bombeo sin tratamiento (BST)
- Abastecimiento por bombeo con tratamiento (BCT)

### Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST)

Son sistemas donde la fuente de abastecimiento de agua es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario previo a su distribución, salvo la cloración; adicionalmente, no requieren ningún tipo de bombeo para que el agua llegue hasta los usuarios.



En estos sistemas las fuentes de abastecimiento del agua suelen ser subterráneas o subálveas. Las primeras afloran a la superficie como manantiales, y en las subálveas el agua es captada a través de galerías filtrantes. La

desinfección no es muy exigente, ya que el agua que ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo, tiene buena calidad bacteriológica. Los sistemas por gravedad sin tratamiento tienen una operación bastante simple, sin embargo, requieren un mantenimiento mínimo para garantizar su buen funcionamiento.

Sus componentes son:

- Captación.
- Línea de conducción.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.

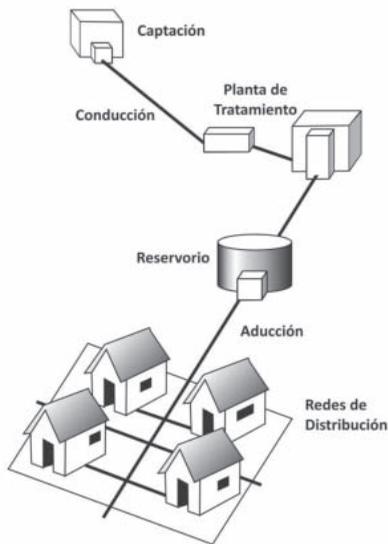
#### Ventajas

- » Bajo costo de inversión, operación y mantenimiento.
- » Requerimientos de operación y mantenimiento reducidos.
- » No requiere operador especializado.
- » Baja o nula contaminación.

#### Desventajas

- » Por su origen el agua puede contener un alto contenido de sales disueltas.

### Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento (GCT)



Cuando las fuentes de abastecimiento son aguas superficiales captadas en canales, acequias, ríos, etc., requieren ser clarificadas y desinfectadas antes de su distribución. Si no hay necesidad de bombear el agua, los sistemas se denominan “por gravedad con tratamiento”. Las plantas de tratamiento de agua deben ser diseñadas en función de la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda.

Estos sistemas tienen una operación más compleja que los sistemas sin tratamiento,

y requieren mantenimiento periódico para garantizar la buena calidad del agua. Al instalar sistemas con tratamiento, es necesario crear las capacidades locales para operación y mantenimiento, para garantizar el resultado esperado.

Sus componentes son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Planta de tratamiento de agua.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.

#### Ventajas

- » Remueve la turbiedad del agua cruda.

#### Desventajas

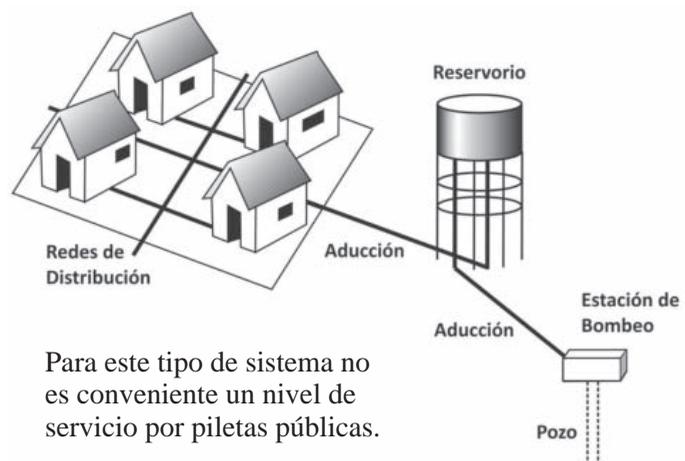
- » Requiere de personal capacitado para operar y mantener la planta de tratamiento.
- » Puede necesitar usar productos químicos para el proceso de clarificación del agua.
- » Requiere desinfección obligatoria.
- » Mayor costo de Operación y mantenimiento que los sistemas GST.
- » Tarifas elevadas.

### Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento (BST)

Estos sistemas también se abastecen con agua de buena calidad que no requiere tratamiento previo a su consumo. Sin embargo, el agua necesita ser bombeada para ser distribuida al usuario final. Generalmente están constituidos por pozos.

Sus componentes son:

- Captación (pozo).
- Estación de bombeo de agua.
- Línea de conducción o impulsión.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias.



Para este tipo de sistema no es conveniente un nivel de servicio por piletas públicas.

Ventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Desinfección poco exigente</li> <li>» Menor riesgo a contraer enfermedades relacionadas con el agua</li> </ul>
Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Requiere de personal especializado para operar y mantener el sistema de bombeo</li> <li>» Requiere elevada inversión para su implementación</li> <li>» Las tarifas del servicio son elevadas. Muchas veces el servicio es restringido a algunas horas del día para evitar la elevación de la tarifa.</li> </ul>

### Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento (BCT)

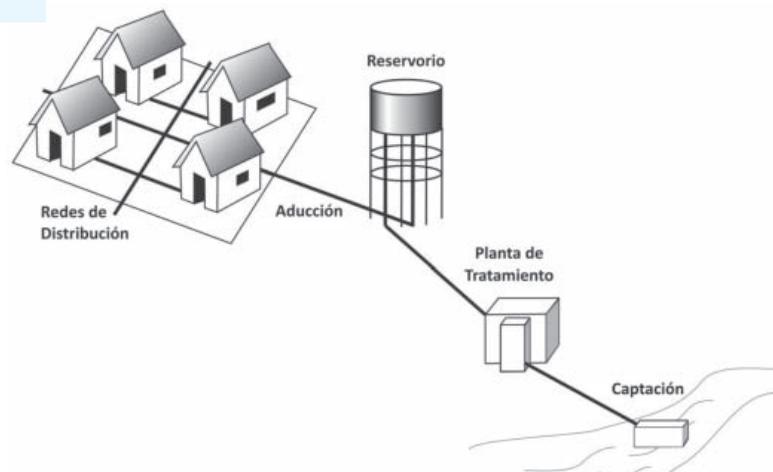
Los sistemas por bombeo con tratamiento requieren tanto la planta de tratamiento de agua para adecuar las características del agua a los requisitos de potabilidad, como un sistema de bombeo para impulsar el agua hasta el usuario final.

Sus componentes son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Planta de tratamiento de agua.
- Estación de bombeo de agua.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias.

Para este tipo de sistema no es conveniente un nivel de servicio por piletas públicas.

Ventajas
Ninguna.
Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Requiere de personal altamente capacitado para operar y mantener la planta de tratamiento y el sistema de bombeo.</li> <li>» Requiere de mayor costo de inversión, de operación y mantenimiento que los sistemas de bombeo sin tratamiento. Muchas veces el servicio es restringido a algunas horas del día para evitar la elevación de la tarifa.</li> <li>» Las tarifas del servicio son las más altas en comparación con los diferentes sistemas de abastecimiento de agua.</li> <li>» Sistema complejo y de poca confiabilidad.</li> </ul>

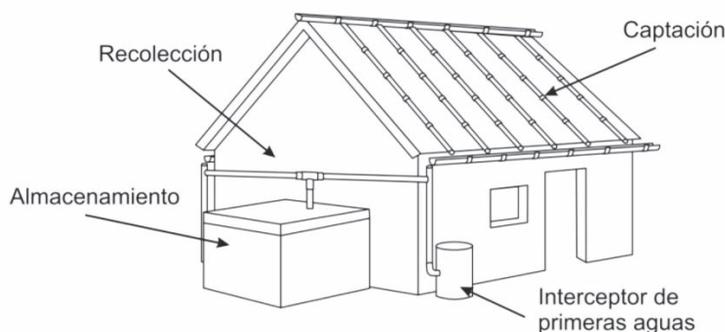


## 4.9 SISTEMAS NO CONVENCIONALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA<sup>32</sup>

Se consideran como sistemas “no convencionales”, a aquellas tecnologías de abastecimiento de agua compuestas por soluciones individuales o multifamiliares dirigidas a aprovechar pequeñas fuentes de agua y que usualmente requieren el transporte, almacenamiento y desinfección del agua en el nivel intradomiciliario. Estas opciones tecnológicas están compuestas por los siguientes tipos de sistemas de abastecimiento de agua:

- Captación de agua de lluvia.
- Pozos protegidos, con bombas manuales.
- Manantiales con protección de vertiente.

### Captación de agua de lluvia



El agua de lluvia generalmente se capta de los techos de las viviendas y se acumula en tanques de almacenamiento. El agua deberá desinfectarse antes de usarla.

La ventaja de este sistema es su simplicidad y bajo costo de implementación, sin

<sup>32</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

embargo, el suministro queda condicionado a la variabilidad de la precipitación, resultando a veces en discontinuidad del servicio.

### Pozos con bombas manuales



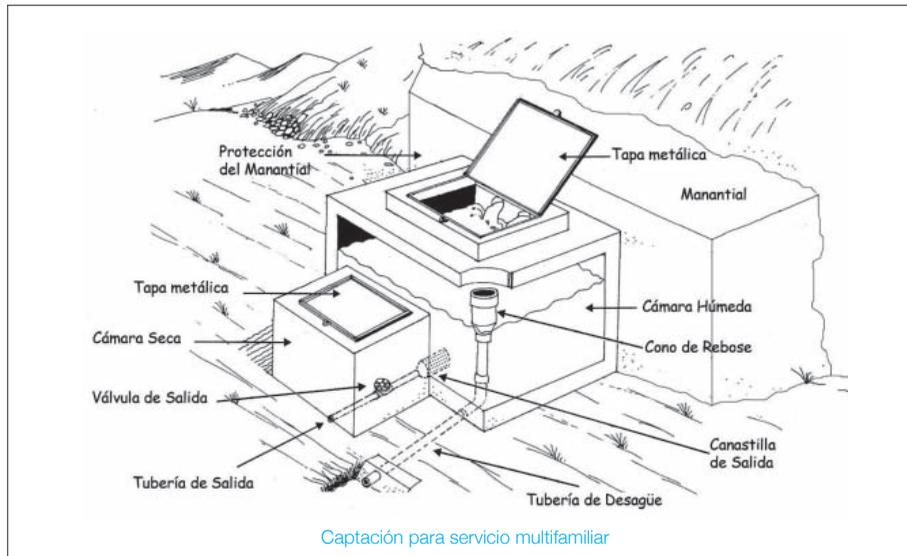
Estas soluciones constan de la bomba manual colocada sobre los pozos perforados o excavados debidamente protegidos, que pueden ser del tipo familiar o multifamiliar.

Dependiendo del tipo de protección del pozo y de la presencia de puntos de contaminación, el agua debe ser desinfectada antes de destinarse al consumo humano directo.

### Manantiales con protección de vertiente

Se constituyen en sistemas de abastecimiento de agua a partir de la captación segura de pequeñas fuentes de agua subterránea ubicadas cerca de la vivienda o grupo de viviendas.

Esta solución se compone de una captación, una pileta y una poza de drenaje; y se ubica en la fuente. Ocasionalmente, el agua se puede conducir a los usuarios mediante tuberías de pequeño diámetro. El nivel de servicio puede ser del tipo familiar o multifamiliar, según la capacidad de la fuente y del número de usuarios.



## EXCRETAS

### 4.10 ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE LA OPCIÓN TECNOLÓGICA Y NIVEL DE SERVICIO EN SANEAMIENTO

Las enfermedades relacionadas con el saneamiento pueden evitarse utilizando métodos adecuados de recolección y tratamiento de aguas residuales y disposición sanitaria de excretas. Pero a veces la ubicación de las localidades, específicamente en las zonas rurales de extrema pobreza, hace que los sistemas de recolección de aguas residuales convencionales requieran de una alta inversión, no solo en instalación de la infraestructura básica sino también en la operación y mantenimiento e implementación de los servicios higiénicos a nivel domiciliario.

Por tales razones es necesario analizar las opciones tecnológicas y niveles de servicio que se adecúen a las condiciones físicas,

económicas y sociales de las comunidades y/o pobladores a ser beneficiados.

Los niveles de servicio en saneamiento se refieren a las necesidades atendidas por el sistema implantado para la evacuación o disposición final de excretas y de aguas residuales. Pueden ser a nivel unifamiliar y multifamiliar.

#### 4.10.1 Factores de Selección

La selección de una u otra opción tecnológica debe considerar los siguientes factores:

- Tamaño de la comunidad.
- Dispersión de las viviendas.
- Disponibilidad de agua.
- Recursos disponibles.
- Capacidad de los beneficiarios para la operación y mantenimiento.

Al seleccionar las opciones técnicas es recomendable considerar lo siguiente:

- En poblaciones menores a 100 familias (450 personas) no se usa alcantarillado. Solo deben considerarse sistemas de recolección sin uso de red de tuberías.

- En centros poblados entre 100 y 200 familias puede usarse alcantarillado sólo con pozos sépticos y percolador.
- En centros poblados de 200 a 400 familias se acepta usar alcantarillado con tanques sépticos o con lagunas facultativas, según las condiciones locales.
- En poblaciones mayores a 400 familias se acepta el alcantarillado con lagunas facultativas o tanque Imhoff.

En cualquier caso, para que se plantee alcantarillado debe contarse con conexión domiciliar de agua y, si no existe, debe tenerse compromisos formales de los beneficiarios de adquirir instalaciones intradomiciliarias (baños o tuberías), asistencia técnica para su instalación y/o sistemas de financiamiento. Asimismo, de ser necesario, debe considerarse un tratamiento focalizado de subvención para familias en extrema pobreza (los casos sociales).

La elección de la tecnología apropiada idónea a las condiciones físicas, económicas y sociales de la comunidad se hace después de un análisis de la zona. Una buena elección de la tecnología en conjunto con una buena operación y mantenimiento, hace de ésta la solución ideal a los problemas de saneamiento de la comunidad sin ser necesaria una alta inversión para su implementación.

El uso de algoritmos de selección<sup>33</sup> ayuda en gran medida en la elección de este sistema, ya que toma en cuenta los puntos más importantes para su elección como son: situación económica, características del terreno, costumbres y la educación sanitaria que tenga la comunidad. La implementación de la tecnología muchas veces nueva para personas de áreas rurales de extrema pobreza, debe ir acompañada con la capacitación y evaluación del funcionamiento de cada sistema implantado.

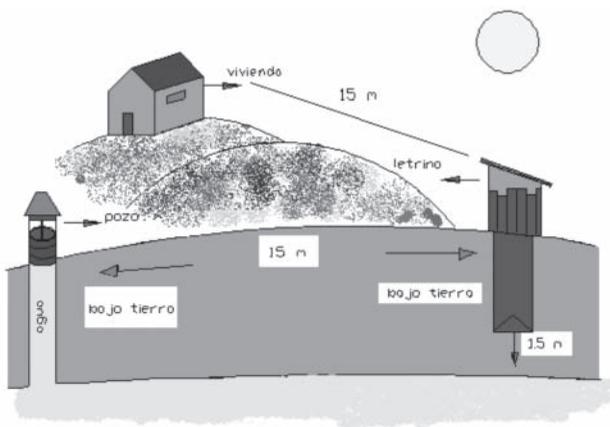
<sup>33</sup> CEPIS, Algoritmo para la Selección de la Opción Tecnológica y Nivel de Servicio en Saneamiento, Lima, enero 2002

Al seleccionar la tecnología de saneamiento que debe aplicarse, es necesario tener en cuenta los factores de orden técnico, económico y social que se indican a continuación. El conocimiento cabal de estos factores resulta vital para la selección de la tecnología más conveniente.

#### Técnicos

- **Cantidad de agua utilizada en la descarga:** Las tecnologías de saneamiento están compuestas por las que requieren agua y aquellas que no la requieren. Generalmente las que requieren muy poca cantidad de agua y las que no la necesitan, realizan la disposición de los desechos fisiológicos “in situ”, mientras que en áreas atendidas con conexiones domiciliarias de agua, se opta por la disposición a distancia. Por ello, se considera la cantidad de agua disponible para la descarga como el punto de partida para la identificación de la solución de saneamiento más conveniente.
- **Fuentes de agua:** las fuentes subterráneas de abastecimiento de agua son las más expuestas a ser contaminadas por los sistemas de saneamiento “in situ”, siendo los pozos someros, tanto excavados como perforados, los más expuestos en comparación con los pozos profundos.
- **Densidad poblacional:** La menor o mayor dispersión de viviendas en el área de intervención puede inducir a seleccionar una solución de tipo individual, familiar o pública.

- **Distancia entre pozo de agua y letrina o pozo de infiltración > 15m<sup>34</sup>:** Las soluciones “in situ” deben ubicarse a una distancia mínima de 15 metros de la fuente de agua subterránea para garantizar que el agua no se contamine por la infiltración de los desechos fisiológicos dispuestos en el subsuelo. (CEPIS recomienda que la distancia entre pozo de agua y letrina o pozo de infiltración debe ser mayor de 25 metros).



Cartilla Ambiental, letrinas, DRPSA, Guatemala agosto 2001

- **Facilidades de limpieza:** El uso de letrinas de un solo pozo, tanque séptico o letrina anegada, requieren que existan las facilidades necesarias para el vaciado periódico de los mismos.
- **Disponibilidad de terreno:** La aplicación de sistemas de saneamiento “in situ” del tipo familiar requieren que el interesado disponga de área al interior del predio, de lo contrario se tendrá que optar por soluciones multifamiliares o de otra índole.
- **Suelo fisurado:** es un factor importante para las soluciones “in situ”, porque facilitan la rápida infiltración de los desechos líquidos al subsuelo causando la contaminación de las fuentes subterráneas de agua. En estos casos, es necesario considerar la construcción de barreras al interior de los pozos para con ellas controlar la contaminación.
- **Permeabilidad del suelo:** Los suelos permeables con suficiente capacidad de absorción permiten viabilizar las soluciones de tipo “in situ” húmedo; como por ejemplo: la letrina de cierre hidráulico, tanque séptico o letrina de pozo anegado.
- **Zona Inundable:** Esto afecta sustancialmente en la selección de la opción tecnológica obligando a colocar las soluciones tradicionales por encima del nivel de inundación.
- **Aguas Subterráneas:** al igual que el caso anterior, los altos niveles en la napa freática de agua, conducen a emplear las soluciones tradicionales por encima del nivel del suelo.
- **Estabilidad del suelo:** Los suelos no cohesivos o no consolidados requieren entibar las paredes de las excavaciones, cosa que no sucede con los suelos cohesivos o consolidados. Para suelos rocosos, las soluciones “in situ” pueden conducir a la construcción de pozos por encima del nivel del suelo.
- **Tipo de saneamiento recomendado:** es la opción tecnológica que se adecúa a las necesidades de la comunidad a la vez que se ajusta a las características físicas, económicas y sociales de la misma.

34 DRPSA, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Cartilla Ambiental Sobre Letrinas, Guatemala, 2001, 15 páginas.

Sociales

- **Método de limpieza anal:** los tipos de materiales empleados en la limpieza anal influyen en la determinación del volumen del pozo y el tipo de aparato sanitario.
- **Aprovechamiento de los residuos fecales:** el aprovechamiento voluntario o tradicional de los desechos fecales ayuda a definir la alternativa de solución.

Económicos

- **Gastos de capital y de mantenimiento:** es un indicador que limita en gran medida la selección de la opción tecnológica y del nivel de servicio.

4.10.2 Opciones tecnológicas en saneamiento

La opción tecnológica en saneamiento comprende la solución de ingeniería que se ajusta a las características físicas locales y a las condiciones socio-económicas de la comunidad. Permiten seleccionar la manera óptima de dotar servicios de calidad de saneamiento a un costo compatible con la realidad local.

Las opciones tecnológicas en saneamiento están divididas en dos grupos y tienen correspondencia con los niveles de servicio:

- Soluciones con recolección por red de tuberías con arrastre hidráulico.
- Soluciones sin red de recolección (disposición in situ) con o sin arrastre hidráulico.

En el cuadro siguiente se muestra la correspondencia entre las opciones tecnológicas en saneamiento y sus niveles de servicio.

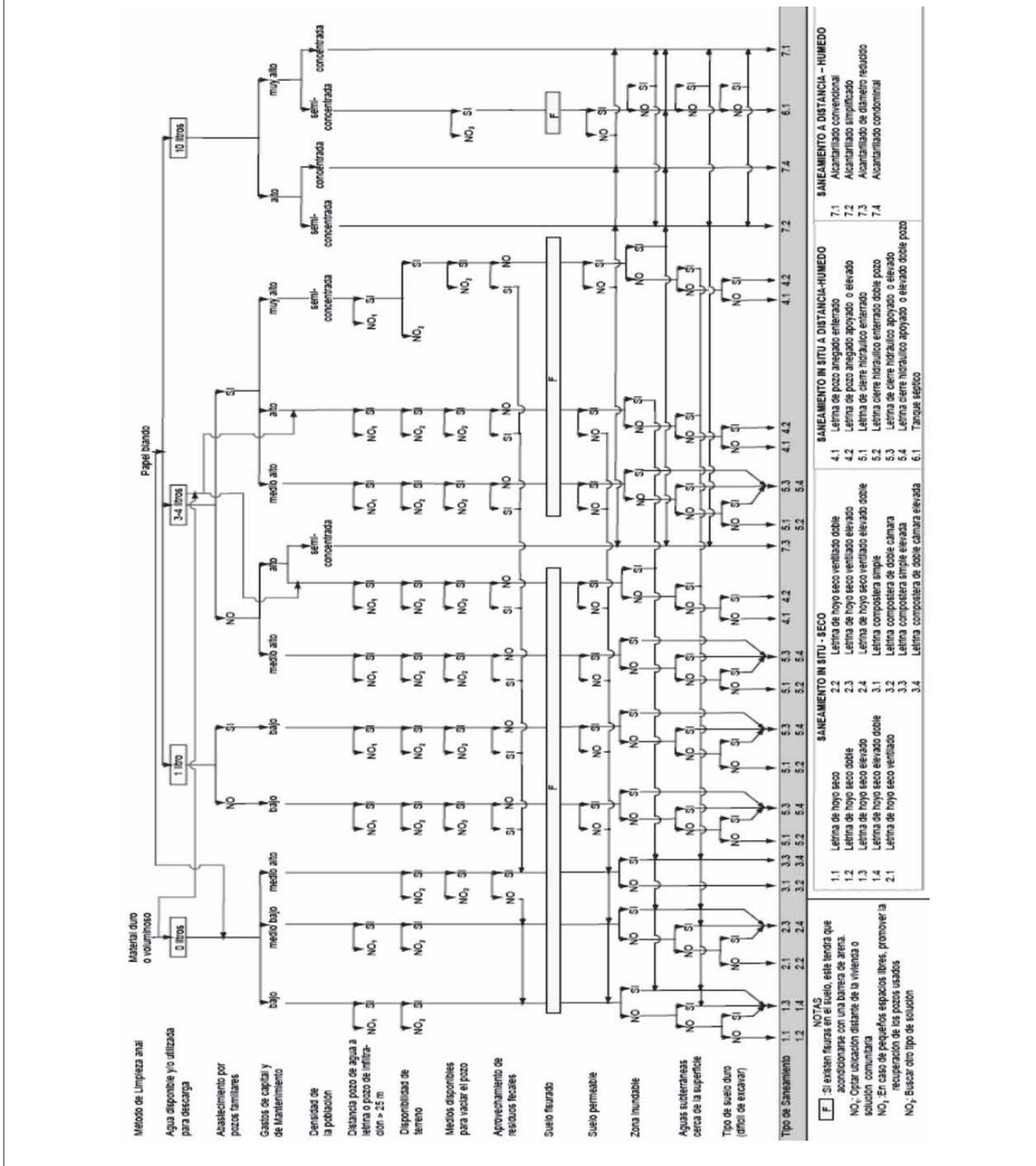
OPCIÓN TECNOLÓGICA		NIVEL DE SERVICIO	
Con sistemas de recolección en red de tuberías	Alcantarillado convencional	Multifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
	Alcantarillado condominial		
	Alcantarillado de pequeño diámetro		
Sin sistemas de recolección en red de tuberías	Unidad sanitaria con pozo séptico	Unifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
	Unidad sanitaria con biodigestor		
	Letrina de hoyo seco ventilado	Unifamiliar	Disposición de excretas
	Letrina de pozo anegado		
	Baño de arrastre hidráulico		
	Letrina compostera o baño ecológico		

# 4.11 ALGORITMO PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES

Este algoritmo fue desarrollado por el CEPIS y orienta para seleccionar la tecnología más apropiada a la realidad local, basándose en los criterios explicados anteriormente en este capítulo.

Considera soluciones de saneamiento in situ seco y húmedo, así como de saneamiento a distancia húmedo.

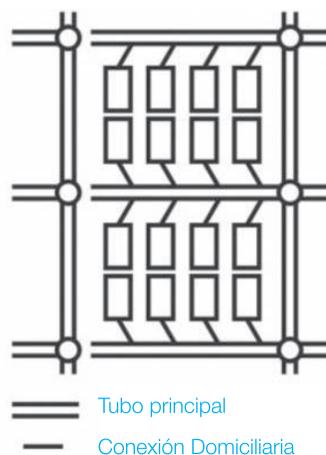
## SELECCIÓN DEL SISTEMAS DE SANEAMIENTO



## 4.12 SISTEMAS CON RECOLECCIÓN EN RED DE TUBERÍAS<sup>35</sup>

### 4.12.1 Tipos de sistemas

#### Alcantarillado convencional



En zonas rurales y pequeñas localidades cuando se reduce la dispersión de las viviendas y su número aumenta, y si las viviendas están dotadas de unidades sanitarias con arrastre hidráulico, se hará necesario proveer un sistema para recolectar las aguas residuales generadas.

El alcantarillado convencional es el sistema que se usa para recolectar y transportar aguas residuales que fluyen por gravedad libremente bajo condiciones normales. Es utilizado en zonas urbanas, y en algunos casos puede llegar a usarse en zonas rurales o pequeñas comunidades.

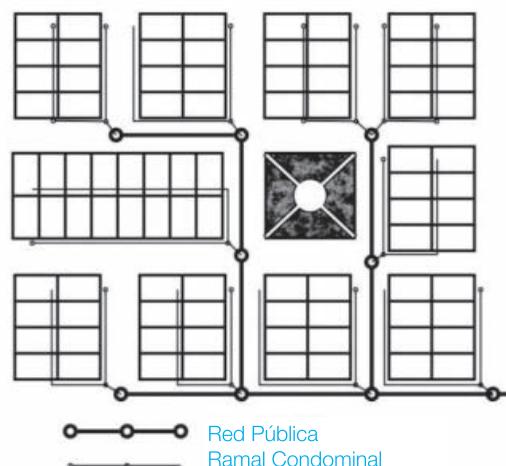
Al ser un sistema por arrastre hidráulico, se debe prever la dotación de agua suficiente para su funcionamiento adecuado. Para evitar la contaminación, las aguas servidas recolectadas deben ser conducidas a

<sup>35</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

un sistema de tratamiento antes de su disposición final en el ambiente.

El alcantarillado convencional en la mayoría de los casos considera la implantación de la infraestructura, no estando prevista la participación de los beneficiarios en las diferentes etapas de implantación del proyecto.

#### Alcantarillado condominial



El sistema de alcantarillado condominial es un sistema de alcantarillado sanitario destinado a recolectar y transportar aguas residuales utilizando el ramal condominial como unidad básica de conexión. El ramal condominial es una tubería que recolecta aguas residuales de un conjunto de edificaciones y la descarga a la red pública en un solo punto.

Desde el punto de vista técnico, el sistema condominial divide la red de alcantarillado en dos componentes: el *ramal condominial* y las *redes públicas*.

El ramal condominial atiende a un *condominio* (una manzana o un grupo de viviendas). El ramal puede colocarse a menor profundidad, es de menor diámetro (usualmente 100 mm), y está asentado en zonas protegidas alrededor de la manzana (veredas o jardines) o al interior de los lotes. Así no recibe cargas vehiculares.

Los domicilios se conectan a los ramales condominiales por medio de cajas condominiales, las que a su vez tienen la función de elemento de inspección para mantenimiento. Los ramales condominiales se conectan a la *red pública* en un solo punto, quedando definido de esa manera el *condominio* como una unidad de atención al usuario. La red pública conduce los desagües hasta el *sistema de tratamiento de desagües* previo a su disposición final (Lampoglia, Mendonça, 2006).

Por lo mencionado, esta es una propuesta de infraestructura de bajo costo. La reducción del diámetro de la tubería y su menor profundidad permite ahorros considerables en el costo de ejecución de la obra. Con relación al sistema convencional, el alcantarillado condominial permite un ahorro en los costos de inversión alrededor de 40% y hasta más. Por otro lado, la incorporación del componente social resulta en mayor uso de la infraestructura, garantizando la rentabilidad económica y social para el proyecto.

El componente social busca incorporar a los futuros usuarios en todas las etapas del proyecto, desde la definición de la ubicación del ramal hasta el tipo de gestión a ser implementado. Estas decisiones se toman tanto a nivel individual (ubicación de las instalaciones intradomiciliarias y su conexión al ramal condominial) como a nivel colectivo (la ubicación del ramal y el tipo de gestión a implementar). El resultado observado es el mejor funcionamiento y utilización de la infraestructura construida (Neder, Lampoglia 2003).

#### Alcantarillado de pequeño diámetro



En el sistema de alcantarillado de pequeño diámetro, las aguas residuales son previamente sedimentadas en un tanque séptico unifamiliar, instalado a la salida de la caja de registro. La descarga del tanque se conecta a la red de alcantarillado, que tiene un diámetro mínimo de 100 mm. Como se efectúa la remoción de sólidos previamente a la descarga a la red de alcantarillado, los requerimientos de mantenimiento se reducen significativamente en la red.

La reducción de la carga orgánica en el desagüe recolectado también se reflejará en una economía en el sistema de tratamiento. Sin embargo, es necesario prever la limpieza y el mantenimiento periódico de los tanques sépticos, la que estará a cargo de cada usuario o de un servicio municipal o privado, previamente negociado con la asociación de vecinos. Esto último es muy importante para garantizar la operación y mantenimiento del sistema.

## 4.13 SISTEMAS SIN RECOLECCIÓN EN RED DE TUBERÍAS <sup>36</sup>

Existen sistemas que pueden ser construidos por los usuarios sin mayores dificultades técnicas, y otros donde se incluyen equipos fabricados por empresas privadas, algunos de los cuales pueden estar patentados.

<sup>36</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

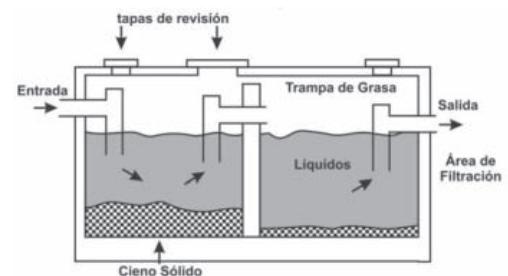
### Tanques sépticos

El sistema es adecuado para viviendas con conexiones domiciliarias de agua y cuando el suelo es permeable y no sujeto a inundaciones para recibir los efluentes o aguas residuales<sup>37</sup>. Las unidades sanitarias están conformadas por duchas, lavaderos e inodoro.

Cuando se instalan esas unidades, las aguas residuales generadas deben ser tratadas antes de la disposición al ambiente. El tratamiento de las aguas residuales puede ser mediante tanques sépticos para

<sup>37</sup> Las aguas residuales están compuestas por las aguas grises y las aguas negras. Las aguas grises, también conocidas como aguas servidas, son las aguas provenientes de duchas, lavatorios y sifones de recolección de aguas de lavado que generalmente son jabonosas. Las aguas negras son aquellas aguas provenientes de los inodoros o aguas con excretas.

unidades unifamiliares o multifamiliares; y la disposición final de los efluentes ya tratados, puede realizarse en zanjas de infiltración o pozos absorbentes. En los tanques sépticos se asienta la materia sólida por decantación al detenerse el agua residual en el tanque, lo que permite que se decanten los sedimentos y que flote la capa de impurezas. Para que esta separación ocurra, el agua residual debe detenerse en el tanque un mínimo de 24 horas.



Se detiene el agua residual para que se separen las impurezas

### Biodigestor clarificador

Este sistema usa un biodigestor prefabricado y una zanja de infiltración para el tratamiento de las aguas residuales producidas.

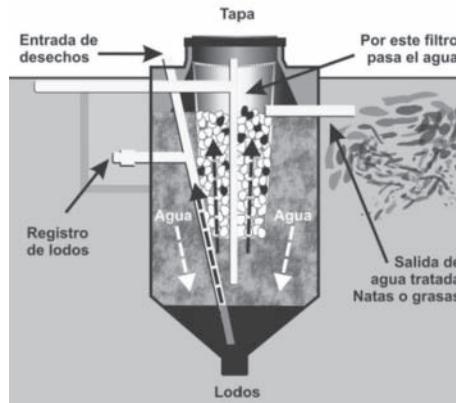
Las aguas negras generadas (con excretas) son conducidas a un biodigestor prefabricado y posteriormente transferidas a una zanja de infiltración.

El biodigestor es un equipo de tratamiento de aguas residuales autolimpiante, que no necesita instrumentos para la extracción de lodos sino solo abrir una válvula para extraerlos cada 18 a 24 meses.

En su interior las aguas negras tienen una digestión anaeróbica (sin aire) y las aguas

residuales, cuando salen del biodigestor se pueden volver a usar previo secado, para pequeños sembríos.

Biodigestor clarificador prefabricado (esquema de la descripción general)



### Letrinas de hoyo seco ventilado

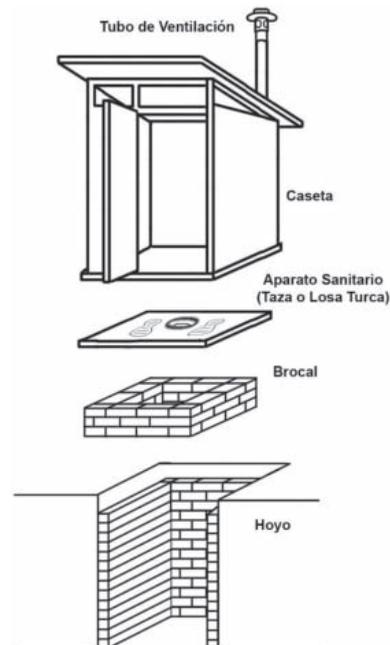
Consiste en un hoyo excavado donde se acumulan las heces, cubierto con una losa sanitaria. Todo el conjunto está protegido por una caseta.

La función de la losa es aislar el hoyo y también soportar la caseta, el tubo de ventilación y al usuario. La losa cuenta con dos orificios, uno para la disposición de las excretas y otro donde se inserta el tubo de ventilación.

Deben ser instaladas en zonas libres de inundación, manteniéndose a una distancia mínima de 15 metros de las fuentes de agua. El tamaño del hoyo dependerá de la vida útil prevista para la letrina.

Cuando el hoyo se encuentre lleno hasta aproximadamente 75 % de su profundidad será necesario cavar otro hoyo, trasladándose la losa, la caseta y el tubo de ventilación.

A las excretas acumuladas en el primer foso se les adiciona cal y se tapan con tierra, luego de un período de digestión de aproximadamente un año pueden ser utilizadas como abono.

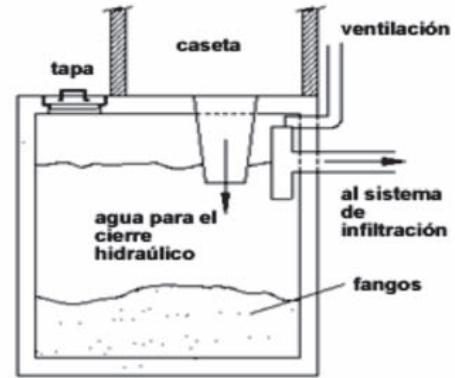


### Letrinas de pozo anegado

En estas unidades, las excretas son conducidas por un ducto de defecación directamente a un tanque lleno de agua, donde se procesa la digestión húmeda. El extremo del ducto debe estar inmerso en el agua de 10 a 15 cm., formando un cierre hidráulico para evitar la proliferación de olores.

El arrastre de las heces se realiza con ayuda de agua, que también sirve para mantener el nivel dentro del tanque. Un tubo de rebose conduce el líquido excedente a un pozo o zanja de percolación.

Periódicamente, los sólidos acumulados en el tanque deben ser removidos y adecuadamente dispuestos.



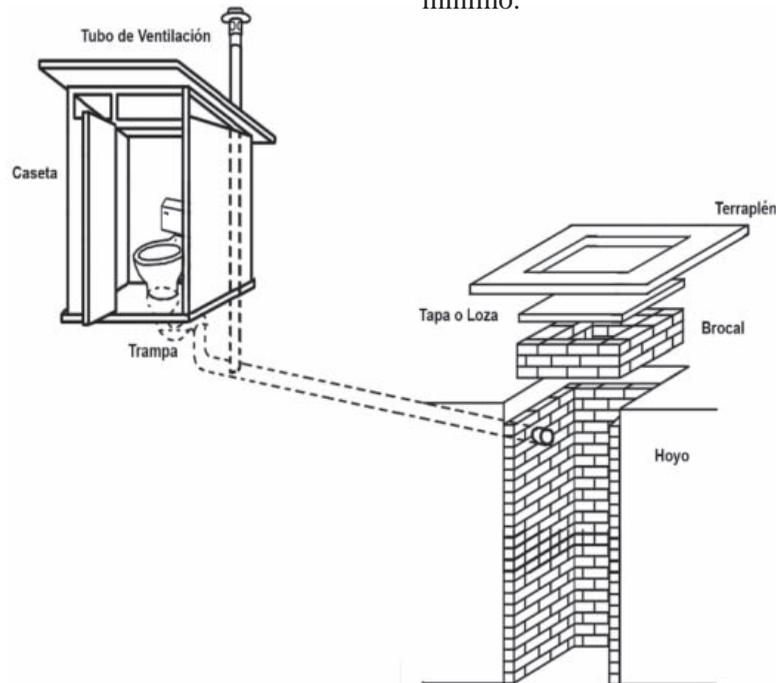
### Baño de arrastre hidráulico

El baño de arrastre hidráulico es similar al anterior, con la diferencia que la losa cuenta con un aparato sanitario dotado de un sifón.

El pozo de digestión puede estar desplazado con relación a la caseta, conectándose los dos a través de un tubo.

En este caso la taza puede estar apoyada directamente en el suelo y ubicada en el interior de la vivienda.

La cantidad de agua necesaria para el arrastre de las heces depende del tipo de tubo y de la ubicación del tanque, variando entre uno y tres litros como mínimo.



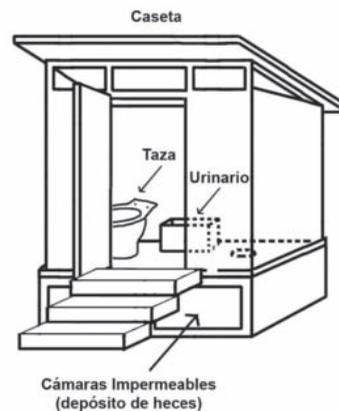
### Letrinas con separación de orina

Esta letrina también llamada en otros lugares Baño Ecológico, está formada por una taza y dos cámaras.

La taza debe permitir separar la orina de las heces, para minimizar el contenido de humedad y facilitar el deshidratado de las heces. La orina es recolectada aparte, para ser utilizada como fertilizante.

Las dos cámaras son impermeables e independientes. Cada cámara tiene un volumen de 1 m<sup>3</sup> aproximadamente. Ahí se depositarán solo las heces, utilizándose una cámara a la vez. Luego de cada uso se adiciona cal, cenizas o tierra, para promover el secado y minimizar los olores.

Cuando la primera cámara esté llena a aproximadamente dos tercios de su capacidad, debe completarse con tierra, pasándose a utilizar la segunda cámara. El contenido de la primera cámara podrá ser utilizado como abono luego de 6 meses a un año, tiempo requerido para su estabilización.



## 4.14 MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO<sup>38</sup>

El mantenimiento de los sistemas de saneamiento se hace para tener el sistema operando en buenas condiciones.

Los responsables por el mantenimiento de los sistemas de saneamiento deben contar con las herramientas necesarias para las tareas que van a realizar.

Como los desagües contienen gérmenes patógenos y gases tóxicos, es fundamental que los operadores dispongan de los

elementos de protección requeridos para ingresar a los buzones y evitar la contaminación.

### El mantenimiento de sistemas de alcantarillado convencional

Las tareas de mantenimiento preventivo de redes de alcantarillado convencional son de limpieza preventiva total de la red colectora, especialmente en las zonas de baja pendiente y de obstrucción frecuente, la inspección del estado de la red, la identificación de conexiones clandestinas de aguas pluviales y la limpieza de buzones o registros de inspección.

### El mantenimiento de sistemas de alcantarillado condominial

El mantenimiento de los sistemas condominiales está basado principalmente en una estrategia de mantenimiento

<sup>38</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

preventivo, donde la participación de los usuarios es esencial.

El usuario debe cuidar las instalaciones intradomiciliarias, evitando la descarga de residuos sólidos u otros desechos que puedan causar obstrucciones.

Las actividades de mantenimiento preventivo recomendadas son:

- Inspecciones periódicas de redes y ramales condominiales.
- Inspecciones periódicas para detectar conexiones clandestinas de aguas pluviales.
- Talleres de educación sanitaria reforzando el tema del buen uso de los sistemas.

El mantenimiento correctivo se realizará cuando resulte necesario.

### Mantenimiento de sistemas sin recolección por red de tuberías

#### Mantenimiento de letrinas de hoyo seco ventilado

Las letrinas deben controlarse y mantenerse en buen estado, a fin de evitar la presencia de moscas y olores desagradables. El control rutinario del estado de la letrina debe incluir las siguientes actividades:

- Verificar que las puertas, techo y paredes se encuentren en buenas condiciones, haciendo las reparaciones de ser necesario.
- Mantener el aseo interno en la caseta, evitando la presencia de suciedad.
- Para controlar olores, cuando se generen, se recomienda agregar 200 grs. de estiércol todos los días, hasta que se eliminen los olores. De no ser posible, puede agregarse ceniza o cal, o una mezcla de ambos, para neutralizar el olor.

- Verificar que el tubo de ventilación esté con malla para evitar el ingreso de insectos. Además, debe estar protegido del ingreso de aguas de lluvia.

Cuando el nivel de excretas en la letrina alcanza el 75% de la profundidad del hoyo será necesario trasladar la letrina a otro lugar. Para eso será necesario cavar otro foso, trasladándose la losa, la caseta y el tubo de ventilación. El hoyo anterior deberá clausurarse, agregando primero una capa de cal y luego tierra hasta el nivel del terreno.

#### Mantenimiento del baño con arrastre hidráulico

Debe estar disponible en la caseta un envase con agua de lavado. Después de cada uso se agrega agua al hoyo de la losa, el cual debe permanecer tapado. Se recomienda una vez a la semana efectuar la limpieza de la losa. Periódicamente se debe examinar la letrina para identificar daños, reparando lo que sea necesario.

#### Mantenimiento de la letrina con separador de orina o baño ecológico

Este baño ecológico está fuera de la casa y debe protegerse de la lluvia.

Debe tenerse un trapo húmedo para la limpieza exterior y cuidar de que esté seca la cámara de las heces. Además, es mejor que cada cierto tiempo, con una madera se muevan las heces para que no se forme un montículo y se le eche tierra, para que se conviertan más rápido en compost.

## RESIDUOS

### 4.15 MANEJO INTEGRADO DE RESIDUOS SÓLIDOS

El manejo de residuos sólidos se basa en la normativa de cada país, siendo responsabilidad de los municipios la gestión integral de los mismos, operándolos ya sea directamente o mediante una concesión o contrato. El servicio de aseo tiene como principales objetivos el proteger la salud de la población y mantener un ambiente agradable y sano.

Los residuos sólidos son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, según lo establecido en la norma nacional y considerando los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Estos residuos generalmente provienen de las familias y de las instituciones (administración pública, escuelas), mercados, pequeña industria, otras existentes así como del barrido y limpieza de vías y áreas públicas de un centro poblado.

Están compuestos por residuos orgánicos, como sobras de comida, hojas, restos de papel, cartón, madera y otros materiales biodegradables; y por residuos inorgánicos como el vidrio, plástico, metales, objetos de caucho, material inerte y otros.

El manejo inadecuado de los residuos sólidos tiene serias consecuencias en el ambiente y en la salud de las personas, principalmente de aquellas que están más en contacto con los residuos, como es el caso del personal operativo que en su mayoría no cuenta con las medidas mínimas de prevención y seguridad ocupacional.

La situación es más crítica para los individuos que viven de la recuperación

de materiales y que realizan su trabajo en condiciones antihigiénicas e infrahumanas, entre los que se destaca un porcentaje significativo de mujeres y niños.

### 4.16 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS A NIVEL MUNICIPAL<sup>39</sup>

A nivel mundial la generación de residuos aumenta cada año. Este incremento se debe principalmente a un aumento del nivel de ingresos de la población y por ende del consumo, lo que además provoca cambios en la composición de los residuos. En el caso de un municipio pequeño rural este incremento puede no ser significativo.

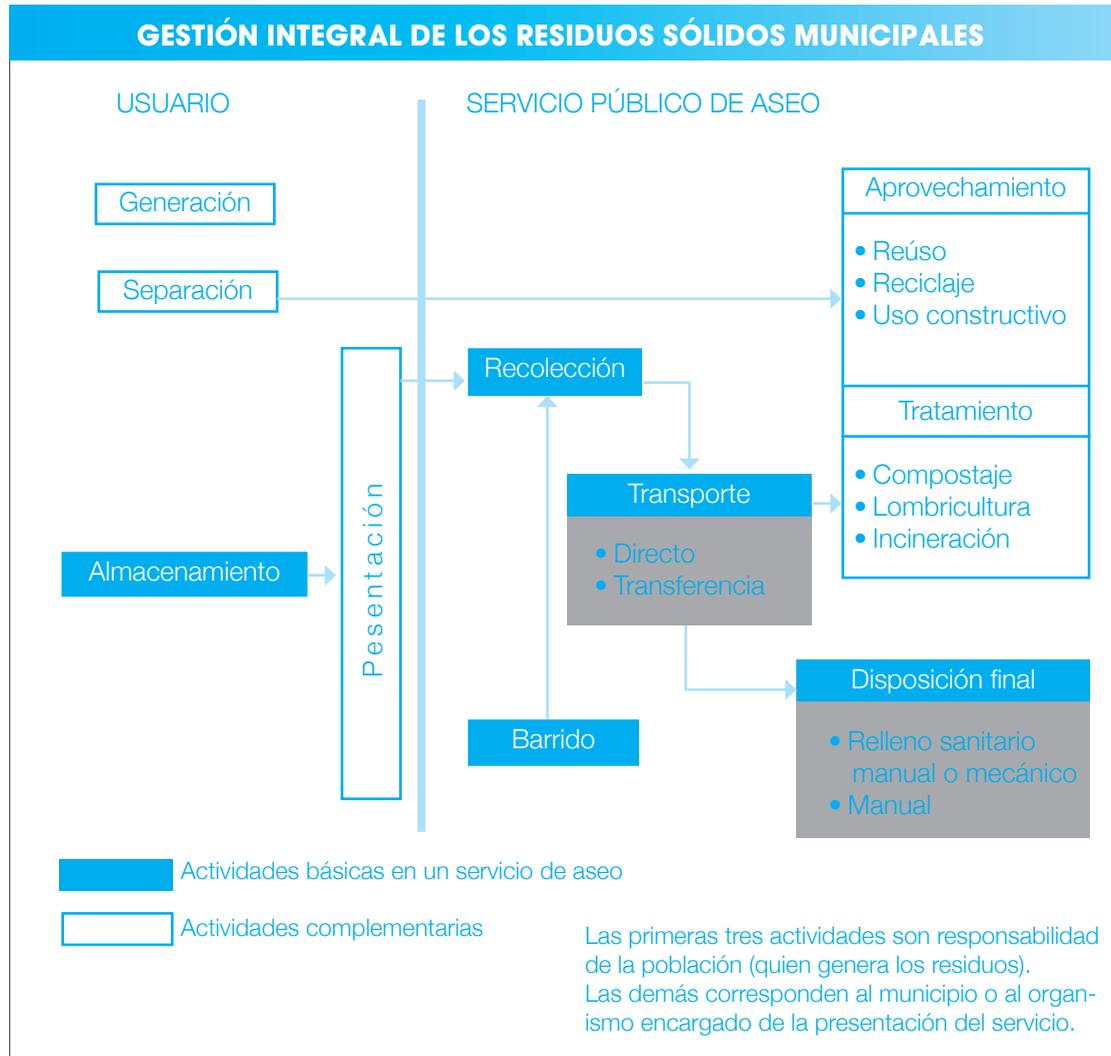
El manejo de los residuos sólidos es una actividad local en que los gobiernos nacionales y provinciales deben apoyar cada vez más a los municipios, particularmente a los que tienen escasa capacidad gerencial y limitados recursos y en los cuales la escasez de información acerca del tema es más pronunciada.

De otra parte debido a su liderazgo, los alcaldes y otras autoridades locales participan cada vez más en la definición de políticas y en la ejecución de programas que benefician a las comunidades bajo su jurisdicción.

El servicio de aseo o limpieza consta de las siguientes actividades

- Separación (opcional),
- almacenamiento,
- presentación para su recolección,

<sup>39</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009



- recolección,
- barrido,
- transporte,
- tratamiento y
- disposición sanitaria final de los residuos sólidos.

## 4.17 PROBLEMAS QUE GENERAN LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Con el aumento de las vías de transporte se incrementan los viajes y, en los ámbitos rurales, aumentan también los residuos sólidos con materiales provenientes de las ciudades.

En las poblaciones rurales muchas veces se arroja la basura en cualquier parte del campo, en el patio y otros sitios. Cuando la población no tiene dispersas sus viviendas, tienden a arrojarla a determinadas zonas que se convierten en basurales. Los basurales con residuos domésticos (plásticos, vidrios, latas periódicos y materias orgánicas) son focos de infección y al ser quemados, constituyen un problema ambiental.

El efecto ambiental más obvio es que genera riesgos para la comunidad. Pueden causar muchas enfermedades, al ser un foco infeccioso que atrae roedores e insectos, los que a su vez infectan a las personas y animales; y también provocan olores molestos.

El efecto ambiental más serio pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Esto se da por arrojar la basura a ríos y arroyos, así como por el líquido percolado o lixiviado, producto del paso del agua de lluvia a través de los residuos en descomposición en los botaderos a cielo abierto.

La contaminación de los suelos es otro de los perjuicios de dichos botaderos. El polvo

que levanta el viento puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los malos olores.

Además, debe tenerse en cuenta que los residuos sólidos pueden durar mucho tiempo, según puede observarse en el siguiente cuadro.

DURACIÓN DE LA BASURA		
<b>1 Mes</b>	Pedazo de Papel	2 - 4 semanas
	Tela de Algodón	1 - 5 meses
<b>6 Meses</b>	Soga	3 - 14 meses
<b>1 Año</b>	Media de Lana	1 año
	Pedazo de Bambú	1 - 3 años
<b>10 Años</b>	Pedazo de Madera	13 años
<b>100 Años</b>	Lata de Hojalata	100 años
<b>500 años</b>	Plásticos	450 años
	Botella de Cristal	500 años+
	Lata de aluminio	500 años

## 4.18 LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS ZONAS RURALES

En el medio rural la generación de residuos por cápita es generalmente poca, del orden de los 500 gramos por habitante por día. El problema de la disposición final de residuos sólidos adopta características particulares en localidades pequeñas y en zonas rurales.

Esto se debe a varios factores:

- La falta de recursos, por el subsidio casi generalizado del servicio de limpieza;
- La ausencia de información sobre las consecuencias negativas de los botaderos;
- El desconocimiento de soluciones conjuntas o mancomunadas,

que reducen los costos de implementación y operación de los rellenos manuales gracias a la aplicación de economías de escala;

- La falta de conocimiento de tecnología apropiada para disponer los residuos;
- La ausencia de conocimiento acerca de cómo enfrentar el problema de la disposición final inadecuada de residuos.

## 4.19 ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE LA OPCIÓN TECNOLÓGICA Y NIVEL DE SERVICIO

Los principales factores a considerar para seleccionar la opción tecnológica mas

adecuada para el servicio de aseo son los siguientes:

- Factores económicos
- Factores ambientales y ecológicos
- Factores físicos como la topografía, clima, etc.
- Nivel de servicio

#### Factores económicos

El costo de los servicios es quizá el factor más influyente en la selección de la tecnología apropiada. Esto depende mucho de las finanzas municipales y de la capacidad de pago de los usuarios. Las tecnologías mientras más sofisticadas más caras son.

Generalmente los municipios rurales con pequeñas comunidades urbanas comienzan con un servicio de aseo muy rudimentario, consistente inicialmente en un barrido en la zona pavimentada y la limpieza del mercado y de sitios de acumulación de basura. Los usuarios generalmente disponen sus basuras en sus mismos predios o arrojándolos en lotes baldíos. Poco a poco el servicio se va ampliando conforme crece la población, hasta que finalmente se establece un servicio de recolección domiciliaria y un sitio municipal que se maneja como basurero a cielo abierto.

Se recomienda que el servicio sea lo más simplificado posible ya que los costos se van incrementando conforme se usan tecnologías más sofisticadas tal como se explicó anteriormente. El paso de una tecnología como la del relleno sanitario manual a la de producción de compost o incineración puede aumentar los costos sustancialmente, tal como se explica más adelante en el inciso correspondiente a los “Costos relativos de las diferentes tecnologías”. Es recomendable iniciar un servicio formal de aseo con la tecnología más simple posible e irlo ampliando paulatinamente hasta obtener el nivel de servicio que se desea.

#### Factores ambientales y ecológicos

Consideramos como factores ambientales a aquellos que tienden a conservar el ambiente libre de contaminación que exceda las normas ambientales del país.

Denominamos factores ecológicos a aquellos cuya finalidad es la conservación de los recursos naturales y de la energía. Ejemplos de estos son el reciclaje y la compostificación, es decir lo relacionado con el término popular “verde”.

Estos últimos pueden estar normados o no en la legislación ambiental del país y si no lo están, queda a criterio del municipio y los usuarios del servicio de aseo si quieren realizar actividades ecológicas en el manejo de los residuos y si es así, cuanto más están dispuestos a pagar para realizarlas.

#### Factores físicos

Los factores físicos imperantes en un municipio son determinantes en la selección de la tecnología apropiada. El clima y su régimen de lluvia por ejemplo son decisivos para seleccionar el tipo de relleno sanitario o proceso de compost.

Lo mismo pasa con el tipo de topografía del lugar, ya que ésta nos indicará si se puede utilizar el relleno de tipo trinchera o el de tipo área. También deben ser tomados en cuenta el nivel freático de los mantos subterráneos y la cercanía a corrientes superficiales de agua.

La opción del uso de rellenos sanitarios o plantas de tratamiento regionales para varios municipios dependerá de la cercanía o no de los centros de población y del deseo de varios municipios de mancomunarse o no.

#### Nivel del servicio

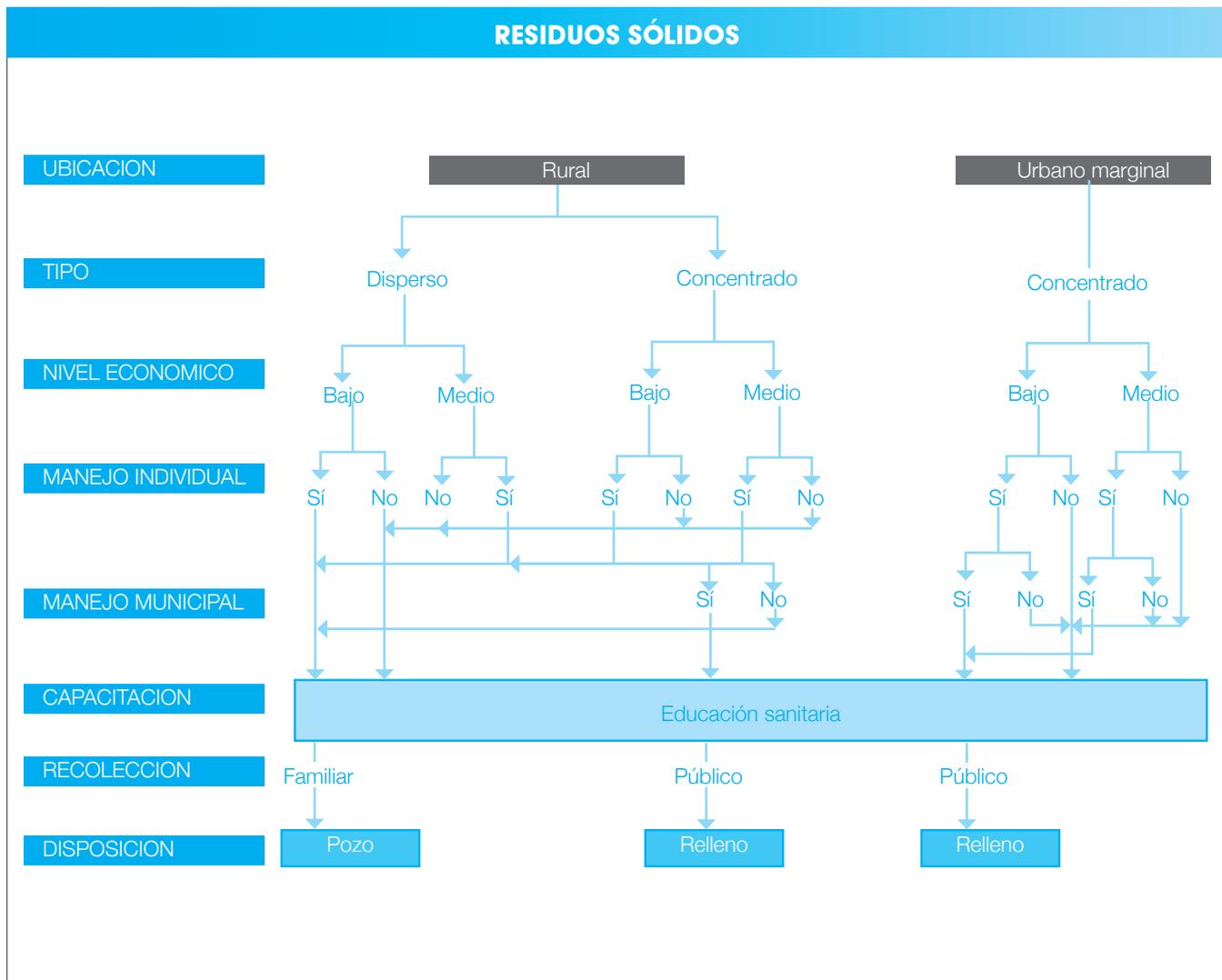
El servicio de aseo puede tener varios niveles de servicio, cada uno de los cuales tiene asociado el uso de una tecnología

como se explica mas adelante en los incisos de Recolección y Barrido. La frecuencia y la calidad del barrido y la recolección establecen el nivel de servicio que se proporciona al usuario. Se tiene que establecer un equilibrio entre el nivel de servicio que quiere el usuario y su disposición a pagar por el.

## 4.20 ALGORITMO PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE RESIDUOS SÓLIDOS<sup>40</sup>

Este algoritmo fue desarrollado por el CEPIS y en el mismo se consideran los siguientes aspectos:

<sup>40</sup> Fuente: Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental - CEPIS, [www.bvsde.ops-oms.org](http://www.bvsde.ops-oms.org).



- **Ubicación:** Considera como ámbito de aplicación el *Urbano marginal* y el *Rural*.
- **Tipo:** se refiere al grado de dispersión de las viviendas: *Concentrada* y *Dispersa*.
- **Nivel económico:** Aunque las poblaciones urbano marginales y rurales se caracterizan por su bajo nivel de ingresos, también tienen una minoría de ingresos medios, por lo que en este algoritmo se consideran los niveles *Bajo* y *Medio*.
- **Manejo individual:** Considera el manejo dentro de la vivienda, y se refiere básicamente al ámbito rural
- **Manejo Municipal:** Porque el manejo del sistema de la localidad generalmente es de jurisdicción municipal.
- **Capacitación:** Se refiere a la necesidad de *Educación Sanitaria* para incidir en el cambio de hábitos higiénicos de la población para el manejo y disposición de residuos sólidos domésticos.
- **Recolección:** Considera el nivel *Público* cuando son acciones a cargo del gobierno local y *Familiar* cuando se realiza dentro del hogar y la disposición final es cerca a la vivienda.
- **Disposición:** Considera las tecnologías aplicables para la disposición final de los residuos domésticos: *Pozos* familiares (rural dispersa) y *Rellenos* manuales o mecanizados (población urbana).

## 4.21 PROCESO DEL MANEJO DE BASURAS Y OPCIONES TECNOLÓGICAS DE TRATAMIENTO

### 4.21.1 La separación domiciliaria (opcional)

Es muy importante decidir qué tipo de tecnología, o combinación de ellas, se va a utilizar para el tratamiento y disposición final de los residuos. Por ejemplo, el método más económico es el relleno sanitario de los residuos no separados ya que evita el costo de la recolección separada y el costo de composteo, etc.

Si se desea optar por una tecnología más amigable ambientalmente, aunque más onerosa, como el composteo con reciclaje y relleno sanitario entonces si conviene clasificar la basura desde su origen. Un sistema sencillo de clasificación es separarla en bolsas o recipientes de diferentes colores, lo cual incrementa el costo para el usuario también.

### 4.21.2 La recolección y sus niveles de servicio

En comunidades rurales dispersas generalmente no hay un servicio de recolección pero las casas suelen tener suficiente terreno para hacer pozos de dos a tres metros de profundidad y un metro de sección donde se va colocando la basura cubriéndola periódicamente con tierra producto de la excavación. Si no hay problemas de contaminación atmosférica se pueden construir unos hornos con barriles de 200 lts. La materia orgánica de los desperdicios de cocina muchas veces se utiliza para alimentar a pollos y puercos.

Las comunidades concentradas de entre 1.000 y 15.000 habitantes pueden tener servicio de recolección que van desde carretas de tracción humana, de tracción animal, motocicletas tipo triciclo hasta incluso un camioncito. El servicio de recolección puede ser puerta a puerta o colocar contenedores (p. ej. barriles o tambores de 200 lts) a los que la gente lleva la basura y el servicio solo los vacía. El único requisito es que la carreta o vehículo recolector sea de descarga rápida.

Generalmente se asocia el nivel del servicio con la recolección y el costo es más elevado a mayor nivel de recolección. El nivel más alto de servicio es cuando el recolector entra al predio del usuario y saca la basura, el usuario no realiza esfuerzo alguno. Un nivel intermedio de servicio es cuando el usuario debe presentar su basura para la recolección en horarios y días establecidos. El nivel mínimo de servicio es cuando el usuario lleva su basura hasta el recolector o a contenedores colocados generalmente en las esquinas.

#### 4.21.3 El barrido y sus niveles de servicio

En comunidades de más de 1.000 habitantes generalmente se tiene un servicio de barrido en las calles pavimentadas y en el mercado, lo cual se hace generalmente con una carreta de mano o un carrito con un barril de plástico de 200 lts. La frecuencia no tiene que ser diaria. En ciertas zonas poco concurridas puede ser hasta de una vez por semana. Es necesario coordinar la recolección con el barrido. El nivel de servicio estaría dado por la frecuencia de barrido del frente del predio del usuario.

#### 4.21.4 El transporte

En comunidades rurales el transporte lo hace el mismo vehículo recolector a menos que se haya formado una mancomunidad de varias comunidades para tener un relleno o planta de tratamiento regional. En ese caso es conveniente analizar si los recolectores locales pueden llevar la basura hasta ese sitio o conviene una transferencia.

#### 4.21.5 El reciclaje

El reciclaje es la actividad de recuperar los desechos sólidos para reutilizarlos o aprovecharlos como materia prima para nuevos productos. Sin embargo, el reciclaje también incrementa los costos de operación del servicio y de no ser muy oneroso, su factibilidad requiere de un estudio de

mercado que va a depender de la cantidad reciclada y del costo de transporte de los reciclados hasta la industria que los va a utilizar. Cuando se dispone de recursos para reciclar se logran varios beneficios, ecológicos y sociales.

Hay gran cantidad de desechos que son reciclables y gracias a la tecnología moderna, la lista de productos que se pueden reciclar cada vez se amplía más. Estos residuos dejan de ir al relleno sanitario y:

- Constituyen la materia prima para nuevos procesos.
- Generan ahorros en energía y recursos en las industrias.
- Crean empleos y nuevas tecnologías para procesarlos.

#### 4.21.6 El compostaje

El compost es un abono natural, producido a partir de la basura orgánica por descomposición natural o acelerada. Tiene las características de tierra humus y es rico en minerales fertilizadores (Röben, 2002).

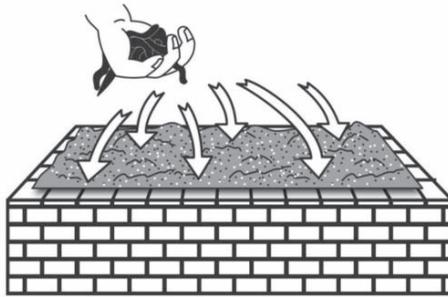
El proceso del compostaje se puede acelerar con medidas mecánicas (mezcla, revuelta, aireación, riego) o con ayuda de lombrices (lombricultura). Se distinguen dos fases del compostaje:

- La pre-fermentación, durante la cual se calienta el material hasta 60 - 70 °C. Ese proceso tarda entre uno y tres meses
- La maduración, durante la cual el compost tierno se transforma en un humus fertilizador higiénico de alta calidad. Ese proceso tarda entre 3 y 9 meses, dependiendo del clima y de la técnica aplicada.

No se usa para el proceso del compostaje lo que se recicla (plásticos, vidrio y metal). Tampoco se compostan estos otros desechos:

- Comida cocinada, líquida o espesa
- Desechos de carne, piltrafa
- Desechos de madera pintada o laqueada
- Pañales desechables, compresas higiénicas
- Colillas, fósforos usados
- Desechos de barrido
- Medicamentos
- Desechos químicos, detergentes etc.

#### 4.21.7 Lombricultura



El principio de la lombricultura es como el del compostaje normal, solamente que se agregan las lombrices al material. El objetivo de la lombricultura es acelerar el proceso del compostaje con ayuda de lombrices y obtener un compost de mejor calidad. La lombricultura funciona mejor si se compostan estiércoles mezclados a la basura biodegradable. Generalmente la lombricultura logra mejores resultados cuando las lombrices se colocan en lechos de compost fresco (no madurado)

#### 4.21.8 Relleno Sanitario

Es el método de disposición final más económico y más apropiado para Latinoamérica. Consiste en hacer celdas diarias con la basura del día, compactando con equipo pesado la basura y cubriendo diariamente la celda con una capa de tierra, cuidando que los líquidos lixiviados y gases producidos durante la descomposición de la basura no afecten el ambiente.

En comunidades rurales de poca producción de basura se recomienda el relleno sanitario manual el cual cumple con todos los requisitos anteriores con excepción del uso de maquinaria pesada ya que todo se hace manualmente.

Los rellenos sanitarios según la topografía donde se desarrollen pueden ser de zanja o trinchera o de area.

#### 4.21.9 Incineración

En el medio rural la incineración no debe usarse por sus altos costos, con excepción de su uso para incinerar desechos peligrosos de hospitales y clínicas. Sin embargo, pueden usarse hornos caseros en poblaciones dispersas donde no se contamina.

### 4.22 COSTOS RELATIVOS DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS

En general la recolección es la parte más cara del servicio. A continuación y solo para efectos comparativos se proporcionan los costos relativos de las diversas tecnologías.

Si el costo del relleno sanitario (que en general varía entre 5 y 15 dólares la tonelada) fuera 1, los costos relativos serían:

- Relleno sanitario: 1
- Reciclaje/compost: 3 a 6 veces
- Incineración: 10 a 15 veces

# 5

CAPÍTULO

## TECNOLOGÍAS PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO



Fotografía cortesía de Carlos Oajaca



**ESTE CAPÍTULO** tiene como objetivo dar información que permita construir y/o instalar, operar y mantener cada una de las tecnologías no convencionales que se presentan, las cuales son útiles principalmente para áreas rurales. Estas tecnologías son aplicables a localidades que no cuentan con un sistema convencional de abastecimiento de agua.

Para seleccionar cual de las tecnologías sería conveniente para una localidad, recomendamos apliquen los conceptos y algoritmo de selección presentados en el Capítulo IV.

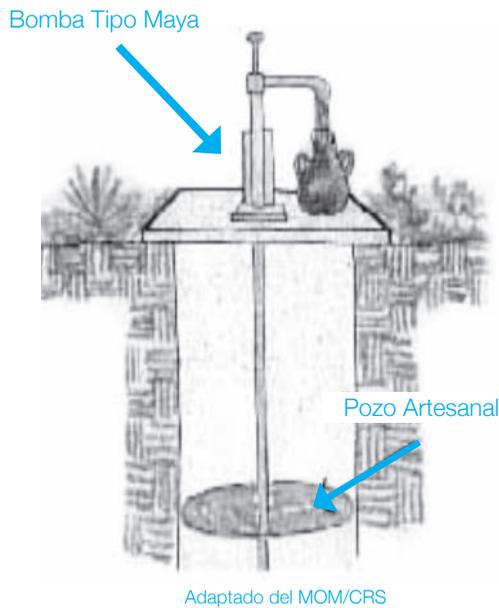
## 5.1 SISTEMAS DE POZOS ARTESANOS

Esta tecnología debe acompañarse siempre con un proceso de educación sanitaria y un proyecto de saneamiento, este último de mucha importancia para evitar que los pozos y las bombas se contaminen con aguas residuales. En esta Guía consideramos los siguientes tipos:

- Pozo artesanal con bomba manual tipo Maya o Tara
- Pozo artesanal con bomba New 6
- Pozo artesanal con bomba manual tipo India Mark II
- Pozo artesanal con bomba manual de lazo o mecate

### 5.1.1 Pozo artesanal con bomba manual tipo Maya o Tara

La bomba manual Maya es la versión centroamericana de la bomba Tara hecha en Bangladesh y de la bomba Yaku fabricada en Bolivia. La bomba Maya se desarrolló en Guatemala y se utiliza en todos los países de la región centroamericana. Es una bomba aspirante e impelente, de émbolo de acción recíproca de doble efecto, es decir, eleva agua tanto al subir como al bajar el maneral, proporcionando un caudal de 0.67 l/s (40 litros por minuto en 40 acciones). Es ideal para pozos excavados a mano o perforados para uso comunitario, con una altura máxima de bombeo de 14 metros (nivel dinámico). La bomba Maya no permite bombear el agua hacia un depósito elevado, únicamente se limita a extraerla del pozo.



Está fabricada con materiales metálicos y plásticos, siendo sus componentes básicos los siguientes :

- **Cabezal:** fabricado de tubo de hierro galvanizado de 2" y 2½".
- **Maneral:** fabricado con tubo de PVC de 1¼", de 250 psi y tubo de acero de ¾".
- **Cilindro:** fabricado con tubo de PVC de 2" de 160 psi.
- **Émbolo:** fabricado con tubo de PVC de 1¼", componentes de polietileno inyectado, cuero y hule.
- **Válvula de pié:** fabricada con polietileno inyectado y hule.
- Además, para su instalación requiere de **tubería de PVC** de 2" y 1¼", de acuerdo a la profundidad del pozo.
- **Rejilla**

Para instalarla solo se requieren dos personas. Se instala directamente sobre la losa del pozo, fundiendo la base de la bomba y fijando el cabezal por medio de cuatro tuercas. Para la instalación solo se requiere hacer cortes y uniones en la tubería de PVC, dependiendo de la profundidad del pozo, usando herramientas comunes (sierra,

martillo, llave universal o cangrejo o llaves de cola, etc.).

Para el mantenimiento solo se necesita cambiar tres componentes: el empaque de cuero del émbolo (por lo menos cada 6 meses), el diafragma de hule y el aro junta de hule (cada año), usando herramientas comunes. En las dos siguientes figuras se ilustra lo mencionado en los párrafos anteriores.



### Operación y Mantenimiento de la bomba Maya o Tara

Para garantizar o ampliar la vida útil de la bomba se recomienda considerar los períodos de mantenimiento y trabajos que se indican en el siguiente Cuadro:

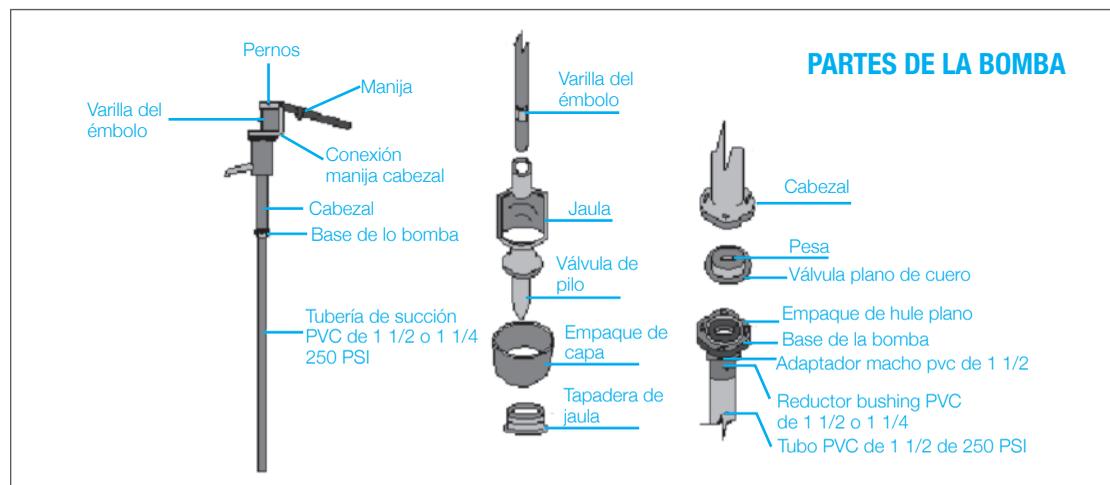
PERÍODO DE MANTENIMIENTO	TRABAJO A REALIZAR
<b>SEMANAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el cabezal</li> <li>• Revisar los tornillos del cabezal (la base).</li> <li>• Revisar el agarrador.</li> </ul>
<b>MENSUAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar la guía del maneral</li> <li>• Revisar el maneral</li> <li>• Revisar la verticalidad y el sostenimiento de la tubería.</li> </ul>
<b>ANUAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar empaques de pistón y cambiar.</li> <li>• Revisar unión émbolo-maneral.</li> <li>• Revisar cilindro y válvula de pie.</li> <li>• Revisar tubería de impulsión.</li> <li>• Limpiar el cabezal.</li> <li>• Chequear la loza y el brocal del pozo (que estén en buenas condiciones).</li> <li>• Chequear y limpiar el pozo (se debe limpiar, que no tenga ningún objeto dentro, quitar las raíces que tuviera).</li> <li>• Desinfectar el pozo.</li> </ul>

### 5.1.2 Pozo artesanal con bomba New 6

La bomba New 6 es una bomba de succión que tiene una altura máxima de bombeo de 6 metros (y como máximo hasta 7m), por ello se utiliza en pozos superficiales o donde el nivel freático está alto (por ejemplo en zonas costeras). Esta bomba es de constitución robusta y utiliza como tubería de succión PVC, principalmente de 1 ¼”.

Es necesario pintar con pintura anticorrosiva o de aceite el cabezal de la bomba, pues por su material de construcción se puede corroer fácilmente. Esta bomba puede usarse para atender aproximadamente a 75 personas (15 familias).

Estas bombas no se deben instalar en pozos que tengan menos de 5 metros de profundidad. Por ser de succión se debe cebar (es decir echarle agua a la bomba



dentro del cilindro) para que funcione. También se le debe poner una válvula de pie para no cearla continuamente, evitar el desgaste rápido de los empaques y también evitar la contaminación.

### Guía de Instalación

- El pozo debe tener construido un brocal de unos 50cms de alto y estar desinfectado y limpio de cualquier objeto. Su profundidad máxima será de 7 metros con una altura mínima de agua de 2 metros, debido a que esta bomba es para pozo superficial (bomba de succión).
- Cinco días antes de la instalación se funde la plancha de concreto de 7cms de espesor dejando un agujero de 3 pulgadas a 20cms del centro que servirá de base para el soporte de la bomba.
- Para empezar la instalación se coloca la plancha de concreto sobre el brocal del pozo y luego se llevan a cabo los siguientes trabajos:
  - Medir exactamente la profundidad del pozo con una pita de nylon para conocer la profundidad total en metros y la altura de agua que contiene el pozo.
  - Conociendo la medida exacta total del pozo, se corta el tubo de PVC de 1 ¼”, tomando en cuenta que hay que dejar 30cms de altura de manera que no tope con la superficie del fondo del pozo.
  - Por lo menos 20 minutos antes de bajar el tubo dentro del pozo se pega en la punta un reductor Bushing PVC de 1 ½ “a 1 ¼”;
  - luego sobre el reductor se pega un adaptador macho PVC de 1 ½”, con pegamento solvente.
  - Antes de instalar la bomba sobre la plancha es necesario hacer un chequeo general a todas

las piezas que la componen, es decir desarmarla por completo y revisar que estén todas para luego apretarlas y asegurarlas logrando con esto tener armado el cabezal y listo para instalar.

- Terminado el armado del cabezal se aparta la base de la bomba, luego se baja el tubo PVC de 1 ¼”, con el respectivo adaptador macho de 1 ½”, enroscándolo a la misma.
  - Enroscada la base al tubo PVC de 1 ¼” se atornilla al cabezal, cuidando que el empaque de hule plano y la válvula plana de cuero estén bien colocados. Con esto se termina la instalación.
- Efectuada la instalación es necesario tener cemento y arena para hacer una mezcla y llenar la parte inferior del soporte para evitar que el agua que se desperdicia se infiltre al pozo por las ranuras.
  - Cuando la bomba ya está instalada se procede a sacar agua y para ello es necesario cear la bomba.
  - El cebado consiste en echar agua dentro de la bomba para lograr que el empaque del pistón (empaque de copa) se expanda y pueda funcionar bien. Es importante que el agua con la que se hace el cebado no esté contaminada, de lo contrario estaríamos contaminando el pozo.
  - Cuando a esta bomba se le coloca válvula de pie no es necesario cearla cada vez que se usa, ya que la válvula de pie mantiene lleno el tubo de succión y el agua está lista para sacarse.

### Operación y Mantenimiento

Para una mejor vida útil de la bomba es necesario aplicar adecuadamente los períodos de mantenimiento. Se recomienda considerar lo que se indica en el siguiente cuadro:

PERÍODO DE MANTENIMIENTO	TRABAJO A REALIZAR
<b>SEMANTAL</b>	Engrase de varilla del émbolo y pernos de la manija (si tienen óxido quitarlo y engrasar las partes)
<b>MENSUAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar empaque de copa (ver si hay desgaste).</li> <li>• Revisar la válvula de cuero (que no esté quebrada).</li> <li>• Revisar la válvula de pié (que funcione bien).</li> <li>• Revisar pines de los pernos (que los tengan).</li> <li>• Revisar tornillos de cabezal (si están flojos ajustarlos bien, apretándolos).</li> </ul>
<b>ANUAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar empaques de copa</li> <li>• Cambiar válvula de cuero.</li> <li>• Revisar varilla de émbolo (si está desgastada cambiarla).</li> <li>• Revisar los pernos (si están gastados cambiarlos).</li> <li>• Revisar la base de la bomba (que esté bien y no permita filtraciones).</li> <li>• Revisar la tubería de succión y accesorios (que no esté quebrada y los accesorios estén bien).</li> <li>• Limpiar y pintar el cabezal (se debe limpiar bien el cabezal y pintarlo con pintura anticorrosiva o utilizar pintura de aceite).</li> <li>• Chequear la loza y el brocal del pozo (que estén en buenas condiciones).</li> <li>• Chequear y limpiar el pozo (se debe chequear que esté bien, a manera que no tenga ningún objeto dentro y quitarle las raíces que tuviera dentro).</li> <li>• Desinfectar el pozo.</li> </ul>

### 5.1.3 Pozo artesanal con bomba manual tipo India Mark II

La bomba manual tipo India Mark II es una bomba aspirante e impelente para pozos profundos. Este tipo de bomba se utiliza en poblaciones de hasta 400 personas, bombeando caudales hasta una profundidad de 45 metros.

Esta bomba tiene capacidad para proporcionar un caudal de 12 litros por minuto en 40 acciones.

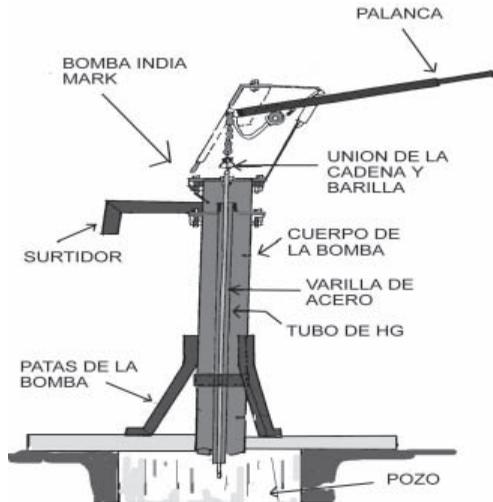
Entre las recomendaciones para utilizar este tipo de bomba se encuentran:

- No usar en profundidades menores de 24 metros

- No debe usarse cuando las aguas son corrosivas, debido a que la tubería utilizada es de hierro galvanizado.

Esta bomba manual se instala fundiendo directamente el cabezal sobre la losa del pozo. Después se fija todo el conjunto por medio de uniones roscadas, de tal manera que soporte verticalmente tanto a la tubería principal como a las varillas de la bomba

Se necesitan por lo menos cuatro personas para instalarla, las que requerirán usar: herramientas comunes y algunas específicas para hacer roscas o tarrajas y para cortar tubos, un dispositivo para levantar la tubería o equipo de extracción, llaves de



Adoptado de Serie Tecnologías de Bajo Costo UNICEF

tubo No. 18, otras). Se necesita además poseer conocimientos técnicos especiales. Generalmente, este tipo de bombas vienen con una caja de herramientas especiales.

Para instalarla se necesita construir una losa de concreto sobre el pozo, fundiendo en ella el cabezal. En este tipo de bomba se necesita

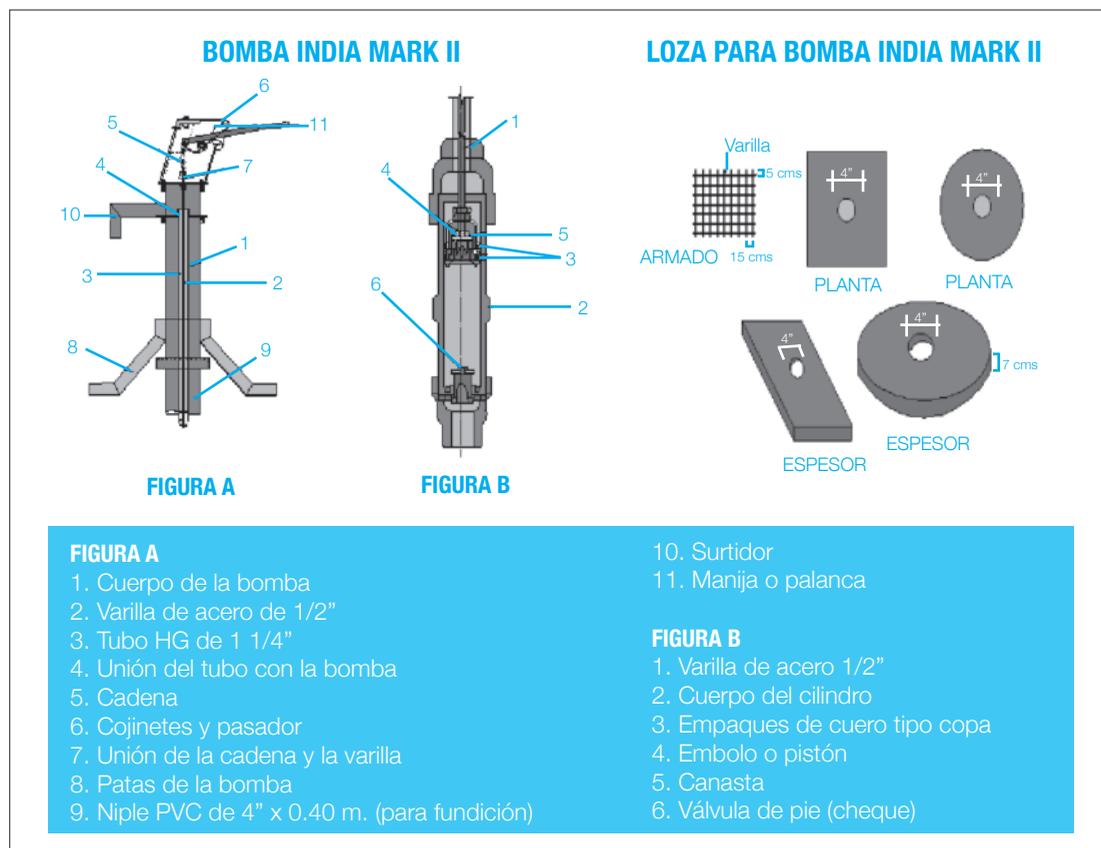
que el pozo esté bien protegido contra la contaminación externa y debe haber un canal de desagüe y un sumidero.

En el mantenimiento, es necesario extraer el cilindro del fondo del pozo para realizar el cambio de empaques de émbolo, levantando toda la tubería principal sin mover la base del cabezal de su lugar.

Generalmente, el mantenimiento está a cargo de la institución responsable a nivel central o de la empresa privada.

La bomba manual India Mark II no tiene capacidad de extensión. Esta es precisamente una de las bombas aspirantes e impelentes que únicamente puede extraer el agua desde grandes profundidades, pero no elevarla hacia un depósito ni conducirla lejos del pozo.

Las siguientes figuras ilustran lo mencionado en los párrafos anteriores.



Operación y Mantenimiento

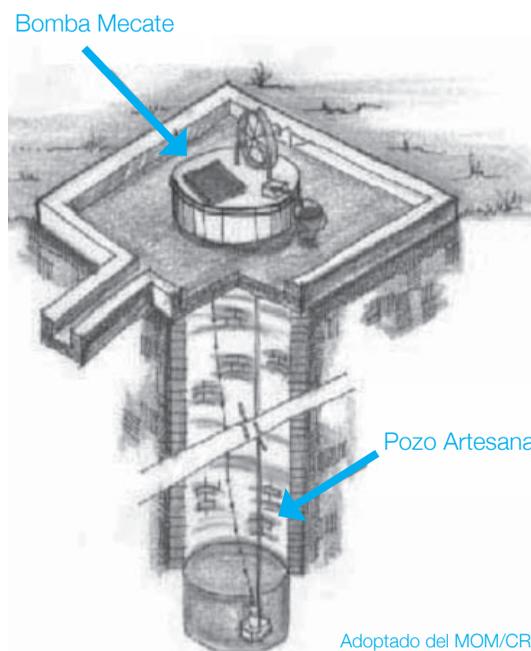
Para conservar la vida útil de la bomba debe efectuarse lo siguiente

PERÍODO DE MANTENIMIENTO	TRABAJO A REALIZAR
<b>SEMANAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engrasar la cadena.</li> <li>• Engrasar los cojinetes.</li> <li>• Apretar todos los tornillos del cabezal</li> </ul>
<b>MENSUAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y ajustar el tornillo de la cadena.</li> <li>• Revisar y ajustar la unión de la cadena y la varilla.</li> <li>• Revisar y ajustar el pasador.</li> </ul>
<b>ANUAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar los empaques de cuero tipo copa del cilindro.</li> <li>• Limpiar bien el cilindro.</li> <li>• Revisar la canasta y la válvula de pie del cilindro.</li> <li>• Revisar las varillas aceradas y ajustar las uniones apretándolas.</li> <li>• Revisar la tubería de hierro galvanizado y ajustar las uniones apretándolas.</li> <li>• Limpiar bien el cabezal. (se puede pintar con pintura de aceite).</li> <li>• Desinfectar el pozo.</li> </ul>

**5.1.4 Pozo artesanal con bomba manual de lazo (cuerda) o mecate (soga)**

Es una bomba manual que levanta el agua desde el fondo de un pozo (nivel estático) hasta la superficie. La parte central de la bomba es un lazo sin fin, con una serie de pistones separados equidistantemente. Este lazo sube por una tubería principal y pasa por una polea (rueda) en la parte alta del pozo y baja suelto al mismo. Dentro del fondo del pozo, bajo el agua, una guía asegura la entrada permanente del lazo y los pistones dentro de la tubería principal. Las siguientes figuras ilustran lo mencionado.

La bomba de lazo o mecate se desarrolló en Nicaragua como una versión centroamericana de la bomba de Soga de Perú. Es útil para profundidades desde 5 hasta 40 metros. Se fabrica con materiales locales, fácilmente accesibles en las comunidades rurales.

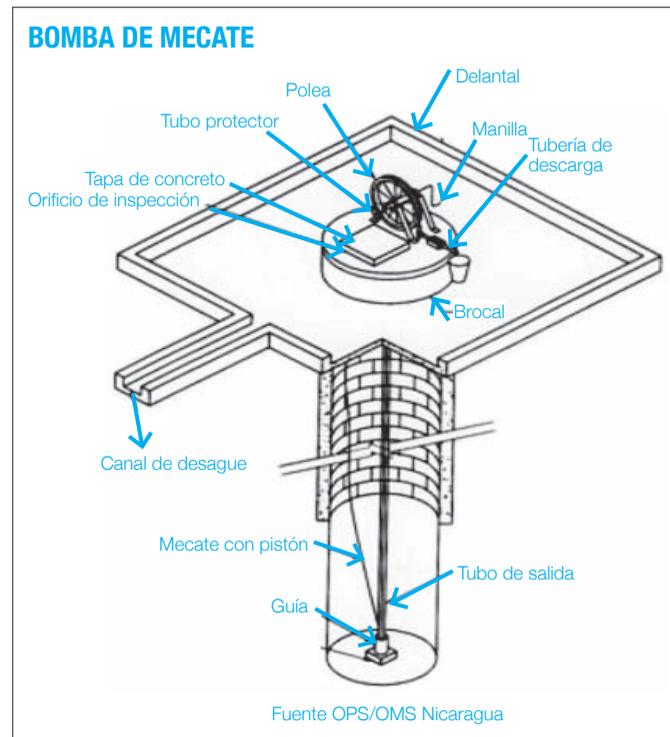


Existen diferentes modelos, dependiendo de la necesidad de extraer el agua y la situación existente.

No necesita cebado, eliminando los riesgos de contaminación. Proporciona un caudal aceptable desde 2 L/s para una altura de bombeo de 5 metros, hasta 0.3 L/s para una altura de bombeo de 40 metros, asumiendo 40 acciones por minuto.

Existen diferentes modelos de la bomba manual de Lazo. Hay modelos para pozos perforados, para elevar el agua a depósitos, modelos para grandes caudales y un modelo especial que se puede acondicionar a un motor mecánico o eléctrico o a un molino de viento.

El costo de una bomba de Lazo depende del modelo y si es de fabricación artesanal o semi-industrial.



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BOMBA DE MECATE

(ver siguiente cuadro)<sup>41</sup>

Capacidad de bombeo de la bomba de mecate según profundidad

PROFUNDIDAD (VARAS)	ADULTO (GALONES POR MINUTO)	NIÑO O NIÑA (GALONES POR MINUTO)	TIEMPO NECESARIO PARA QUE UN ADULTO LLENE UN BARRIL (MINUTOS)
5	22	12	2.5
10	11	6	5.0
15	7	4	7.8
20	5	3.1	11
25	4	2.5	14
30	3.5	2.1	16
40	2.7	1.5	21
50	2.2	1.2	25

El caudal indicado está basado en una persona con una fuerza normal. Gracias a la alta eficiencia de la bomba niños y niñas pueden llenar con facilidad un balde de 3 galones, siendo esto una condición

importante para la aceptación social de la bomba de mecate.

El diámetro de la tubería varía según la profundidad del agua en el pozo según se muestra en el siguiente cuadro.

<sup>41</sup> Alberts, Henk y González, Gago, Manual de Instalación y Mantenimiento de la Bomba de Mecate, Los Cedros, Depto. de Managua, Nicaragua, mayo, 1994. 18 páginas.

PROFUNDIDAD (VARAS)	TUBERÍA DE BOMBEO	TUBERÍA DE DESCARGUE
0-13	1"	2"
13-23	¾"	1 ½"
23-50	½"	1"

El diámetro de la rueda siempre es de rines de 20" pero para pozos más profundos de 35 varas se utiliza rines de 16". En pozos de poca profundidad también se utilizan tubos de bombeo de 1 ½" y de 2" con tubo de salida de 3".

**INSTALACIÓN**

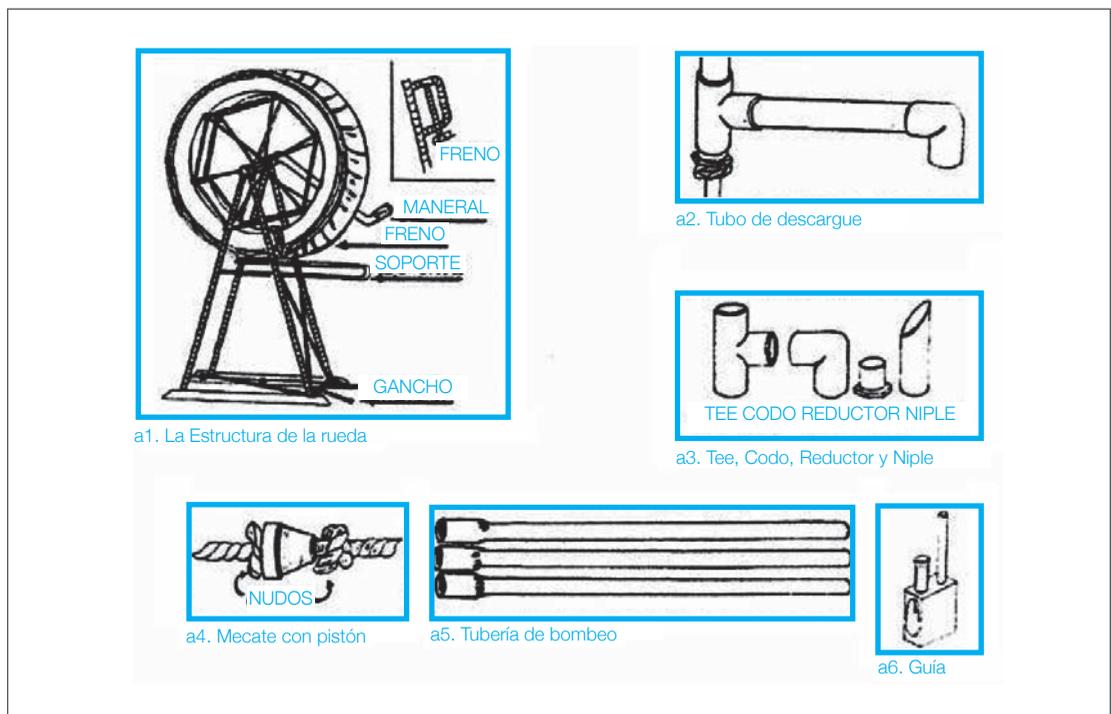
La bomba de mecate es una bomba de diseño simple, consta de pocos componentes y es fácil de instalar. Para asegurar su buen funcionamiento recomendamos que el instalador siga paso a paso las siguientes indicaciones.

- Con el maneral se acciona la rueda para bombear agua

- El freno evita que la rueda retroceda al soltar el maneral.
- En el soporte y el gancho se fija la tubería.
- Los pistones están empistonados en el mecate a cada metro con un nudo corriente justo delante y atrás. El mecate es del grosor de ¼" o de 6 milímetros.
- La guía ayuda para que el mecate entre en la tubería de bombeo sin roce o desgaste.

**Listado de componentes, herramientas y materiales**

La bomba de mecate consta de las siguientes piezas.



## Partes de la bomba de mecate

### Las Herramientas y los materiales básicos:

Martillo de oreja, serrucho, alicate, formón, cuchillo o navaja, 8 metros de alambre galvanizado para sondear la tubería, aceitera o engrasador, fósforo.

La instalación en una tapa de concreto que no está preparada requiere de las siguientes herramientas adicionales: mazo de 4 libras,

brocas para concreto de 5mm y de 8mm, taladro manual, saca bocado para concreto (perforador), cincel, llave número once en el caso de utilizar golosos.

Herramientas útiles pero no indispensables son: cinta métrica, encendedor, sierra mecánica, plomada, gurbia, caja de taladro para madera, broca para madera de 3/4", escofina de 3/4".

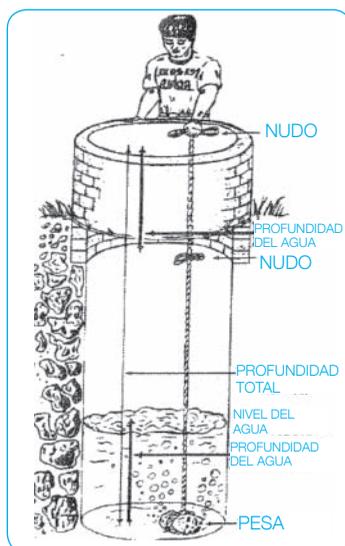
Materiales adicionales: pegamento para PVC, hule-neumático, golosos (tornillos) de 6mm o de 1/4" de cabeza exagonal, espiches de 8mm y clavos de 2" y 4".

### Inspección y medida de la profundidad del pozo y cantidad de agua

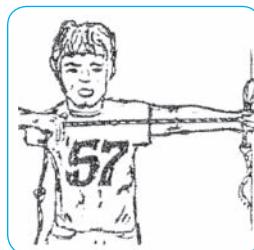
Inspeccionar si el pozo está limpio, pues no debe tener raíces ni otro tipo de suciedad que puedan obstruir el funcionamiento de la bomba. En todos los casos es aconsejable limpiar el pozo antes de instalar la bomba.

La profundidad del pozo se mide amarrando una piedra u otro objeto pesado a un lazo o mecate bajándolo suavemente en el pozo desde el brocal hasta que toque el agua y se coloca un nudo; luego se baja la pesa hasta el fondo del pozo y se coloca otro nudo. La distancia entre los dos nudos indica la profundidad del agua en el pozo. Luego se saca el mecate del pozo y se mide por medio de brazadas y de esta manera se determina la profundidad total del pozo y su cantidad de agua. El mismo mecate con su nudo se utiliza para medir la tubería y cortarla dejando unas 10 pulgadas extras según se ilustra a continuación.

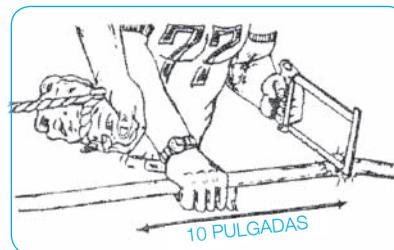
Una vez terminada la inspección y medición del pozo se determina el diámetro de la tubería que utilizará la bomba. El diámetro de la tubería depende de la profundidad del pozo. (vea el párrafo sobre las especificaciones técnicas)



b1. Medición del pozo



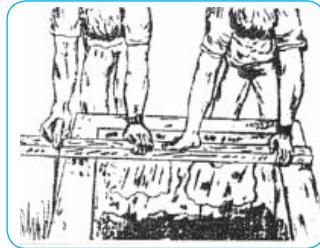
b2. Medir la profundidad



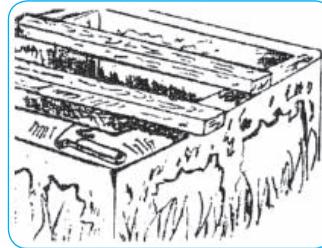
b3. Cortar el tubo de bombeo

### Preparación del pozo para la instalación de la rueda (cuartones, tapa de madera, tapa de concreto)

La rueda se coloca de tal manera que el usuario puede accionar el maneral con facilidad, para esto la distancia hacia la orilla del pozo debe ser de aproximadamente 8 pulgadas. En caso de no existir ningún tipo de tapa se colocan dos cuartones como mínimo de 2 x 4" de grueso para ubicar la rueda, según se muestra en la siguiente figura.

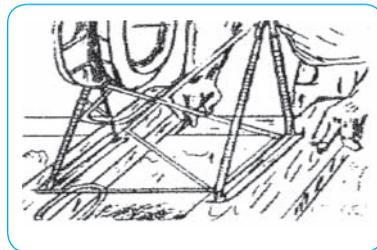


c1. Colocar cuartón

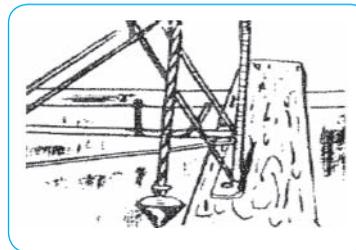


c2. Dos cuartones

La rueda se ubica encima de los cuartones de tal manera que el mecate que va libre no roce las paredes del pozo ni los cuartones, controlar esto con una plomada o una piedra amarrada al mecate. El tubo de bombeo puede ubicarse pegado a las paredes del pozo de acuerdo al siguiente gráfico



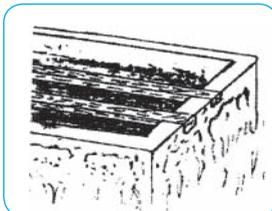
c3. Ubicar la rueda



c4. Buscar el plomo

Se fijan los cuartones en el brocal, ya sea empotrados en el brocal o clavados superficialmente.

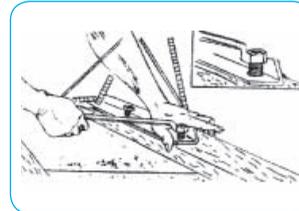
Se fija la rueda en los cuartones con gulosos (tornillos) o clavos, según se ilustra a continuación.



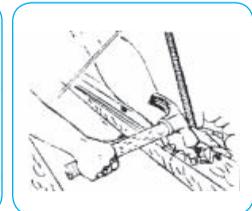
c5. Cuartones empotrados



c6. Cuartones clavados

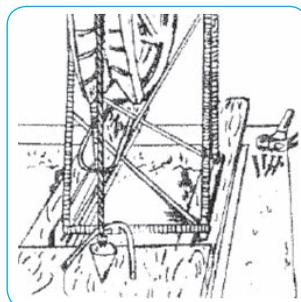


c7. Fijar gulosos

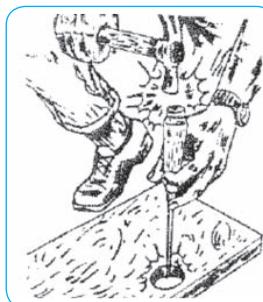


c8. Clavado

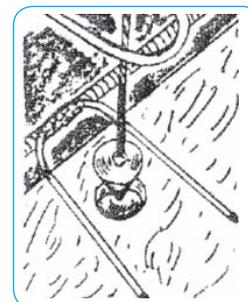
Delante de la rueda se pone sobre los cuartones la tabla de madera que sirve de apoyo para la tubería. En la tabla se perfora con la gurbia un hoyo del mismo diámetro de la tubería de bombeo. El lugar exacto del hoyo se busca con la plomada antes de clavar la tabla. Puede usarse una piedra atada a una cuerda o mecate en caso de no tener plomo, de acuerdo a lo que se muestra a continuación



c9. Lugar del hoyo



c10. Hoyo en tabla



c11. Plomo

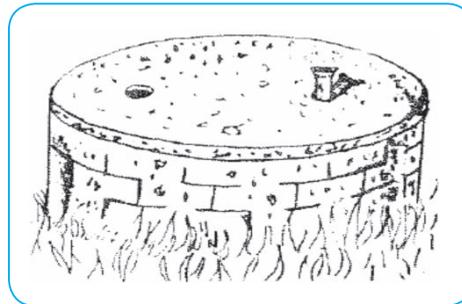
## Tapa de madera

Se coloca la rueda encima de la tapa de tal manera que el mecate que va libre no roce las paredes del pozo, en cambio el tubo puede ubicarse pegado a las paredes del pozo. La rueda se fija en la tapa con golosos o clavos en los cuarterones que lleva la tapa de madera, en ausencia de estos cuarterones se refuerza la tapa por debajo con cuarterones de 2" x 4".

En la tapa se perfora un hoyo por donde pasa el tubo de bombeo. El lugar exacto del hoyo se busca por medio de la plomada que se coloca sobre la rueda donde va ir el mecate. De la misma manera se hace el hoyo por donde baja el mecate, este hoyo debe tener un diámetro mayor que el tubo de bombeo para el libre pase del mecate con sus pistones. Se fija la rueda de la misma manera que en los cuarterones de madera.

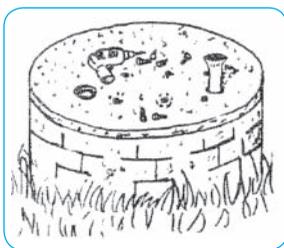
### Tapa de concreto existente

Similar a la tapa de madera, se coloca la rueda encima de la tapa, cuidando que el mecate que va libre no roce las paredes del pozo. Primero se perfora en la tapa el hoyo por donde va el tubo de bombeo y el hoyo por donde baja el mecate. En este último hoyo se coloca un pedazo de tubo boconeado para evitar el roce del mecate con la tapa de concreto. Solo cuando se termina este trabajo se perforan los hoyos para los espiches ya que en muchas ocasiones se encuentra hierro de refuerzo en la tapa, que causa una pequeña reubicación de la rueda.

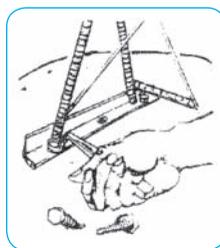


c12. Tubo boconeado o tubo protectora

Se fija la rueda en el concreto por medio de tuercas y tornillos (espiches y golosos). Estos pasos se realizan cuando la tapa de concreto ya está hecha, en caso de que la tapa recién se fuera a construir se toman todas las medidas de la rueda y se empotra con pernos en el concreto de la tapa, además se determina el lugar exacto de los hoyos por donde pasa la tubería y por donde baja el mecate.



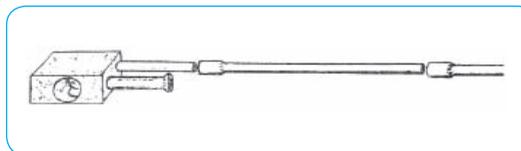
c13. Hacer hoyos con espiches



c14. Fijar los golosos

### Despliegue de la tubería fuera del pozo y posición de la guía

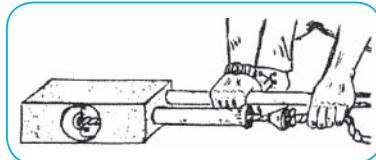
- Coloque la guía de manera que quede cerca del brocal del pozo.
- Despliegue la tubería cuidando que la camisa quede de acuerdo al enlace con su tubo.



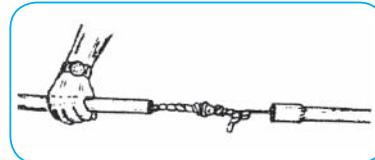
d1. Despliegue de guía y tubos

### Forma de introducir el mecate dentro de la tubería

Se introduce la punta del mecate en la guía por los dos pedazos de tubo y pasando por el rodo de tal manera que los pistones van entrando en la tubería como flecha y no como copita. Así mismo los pistones subirán y bombean como flecha y no como copita. El mecate se amarra al alambre de sondeo, un alambre de 8 metros de largo. Se introduce el alambre en el primer tubo empezando al lado de la guía.



e1. Introducir mecate en guía



e2. Alambre de sondeo con mecate

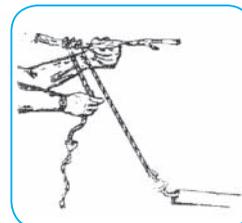
Mucho cuidado con no meter los pistones al revés, fíjese bien en los dibujos siguientes



e3. Pasar el alambre



e4. Pasar el mecate

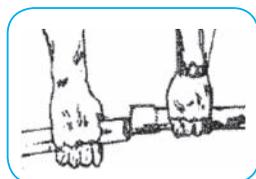


e5. Amarrar un palito

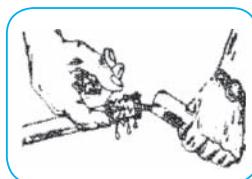
Cuando el alambre sale al otro extremo se jala mientras al mismo tiempo ya se introduce el alambre en el siguiente tubo y así seguido hasta pasar por todos los tubos. Después se amarra un palito al mecate para evitar que se regrese en el tubo. Durante este proceso no se pegan los tubos con pegamento. Desenrollar la otra mitad del mecate que quedó fuera de la tubería y amarrar las puntas del mecate para evitar que el mismo caiga en el pozo a la hora de introducir la tubería.

### Forma de agregar pegamento a los tubos

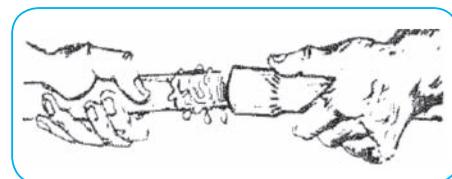
Antes de proceder a pegar los tubos, revise que los tapones hembras (camisas) estén limpios. Cubra con pegamento PVC la superficie exterior del tubo sin camisa, ya sea con el dedo o una brochita; inmediatamente introduzca la punta del tubo en la camisa del otro tubo, gire media vuelta y deje secar unos minutos. En la camisa no se aplica pegamento.



f1. Los tubos de bombeo



f2. Echar la pega



f3. Pegar los tubos

### Forma de introducir la tubería con el mecate en el pozo



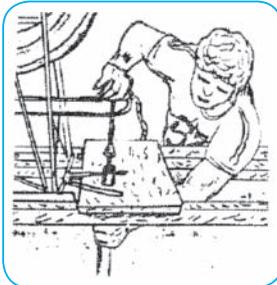
g1. Introducir la tubería

Introduzca el tubo de bombeo con su guía en el pozo. Una persona introduce la tubería, la otra sostiene el mecate y suavemente se va deslizando. La guía pasa entre los dos cuartones si no hay una tapa. Si hay una tapa se pasa la guía por la tapa de registro o se pone la tapa a un lado mientras se introduce la guía con la tubería.

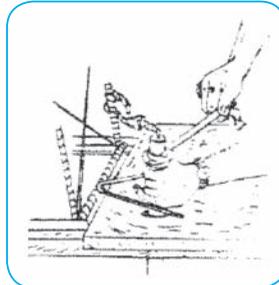
Esto evita que la tubería se gire, lo cual causaría que el mecate se enrolle alrededor de la tubería. Cuando la guía llega al fondo del pozo se sueltan las puntas del mecate. El extremo del mecate que sale del tubo se pasa desde abajo por el hoyo en la tapa o la tabla y después se introduce el tubo por el mismo hoyo. (Vea dibujo h1). Pasar la otra punta del mecate por el tubo protector y amarrar las puntas en la estructura de la rueda.

### Forma de amarrar o fijar la tubería en la tapa y rueda

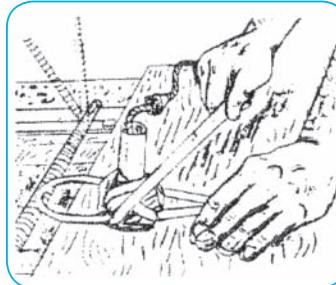
Levantar la tubería de bombeo hasta que la guía justo no toque el fondo del pozo. Cortar el tubo de bombeo a cuatro pulgadas encima de la tapa o de la tabla. Después proceder a enrollar el hule-neumático alrededor de la punta saliente del tubo para que este ya no pase por el hoyo en la tabla o tapa. Se amarra el tubo al gancho debajo de la rueda.



h1. Pasar la tubería



h2. Enrollar el hule alrededor del tubo



h3. Amarrar el tubo al gancho abajo.

### Forma de ensamblar tee, niple y descargue

Cortar el tubo de bombeo a la altura deseada. Después colocar el reductor en la punta saliente del tubo de bombeo y poner la "tee" sobre el reductor, esto no necesita pegamento ya que podrá girarse para cualquier lado que al usuario le convenga.

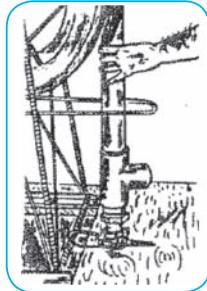


i1. Colocar el reductor

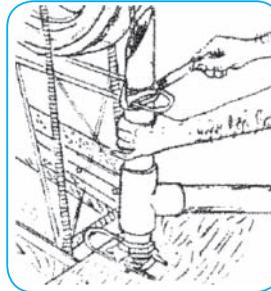


i2. Colocar la Tee

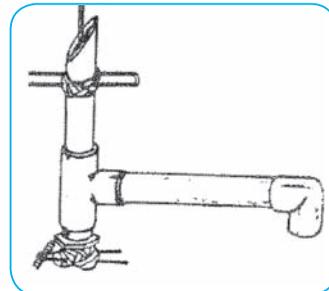
Cortar un pedazo de tubo niple y colocarlo a la tee previendo que no toque las cejas de la rueda. El niple se amarra con hule al soporte. Se corta el tubo de descargue de 1 metro de largo y en la punta extrema se coloca el codo. En ninguno de los casos se aplica pegamento.



i3. Poner el niple



i4. Amarrar el niple



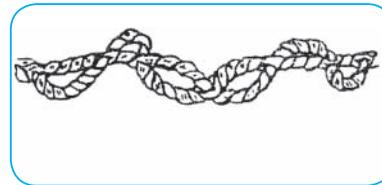
i5. Hules amarrados

### Forma de amarrar o unir las puntas del mecate sobre la rueda

Ponga el mecate sobre la rueda con la tensión requerida para saber donde va el nudo. Quite el mecate de la rueda y córtelo de tal manera que sobren unas 5 pulgadas a ambos lados. Las puntas del mecate se deben quemar con fósforo o encendedor. Se toman las dos puntas y se procede a unir en forma de trenza. Unidos los extremos del mecate se le pone sobre la rueda. La tensión del mecate está correcta cuando el mecate no se desliza o patina sobre la rueda cuando se bombea agua.



j1. Tensar mecate



j2. Hacer trenza

## MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

La bomba de mecate tiene excelentes características en cuanto a su operación y mantenimiento.

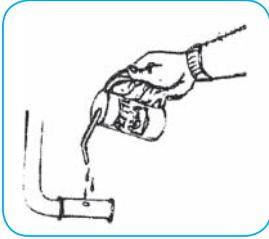
La operación es sencilla y solo consiste en girar el maneral. El freno de la bomba se puede apartar cuando se realice el bombeo para evitar el sonido continuo. Una vez terminado el bombeo se coloca el freno, evitando así que la rueda pueda retroceder.

### Mantenimiento

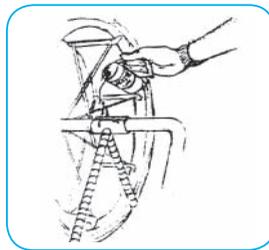
El mantenimiento se efectúa en los siguientes pasos:

- **Tensar mecate:** en las primeras semanas de uso puede ser necesario tensar el mecate, ya que los nudos tienden a alargarse. La falta de tensión en el mecate causa que este patine sobre la rueda. Para tensar el mecate se deben soltar las puntas entrelazadas jalándolas hasta obtener cierta tensión, luego se vuelven a unir las mismas.

- **Engrase:** Engrasar los bushings del eje de la rueda y la agarradera del maneral cuando se considere necesario. Cualquier tipo de aceite puede servir para el engrase.



Engrase del maneral



Engrase de los bushings

- **Fijación:** Revisión periódica de la fijación de la rueda, revisando las tuercas (golosos).
- **Limpieza y pintura:** limpiar y pintar la rueda cada año para evitar corrosión.

## Reparación

Dando un buen mantenimiento, la bomba no debe causar problemas. Las fallas mas comunes están relacionadas con el mecate. El mecate debe ser de un grosor tal (1/4" o 6 milímetros) para que pueda aguantar unos tres años bajo circunstancias de uso normal.

### Posibles fallas y sus respectivas soluciones

#### Desgaste del mecate (soga/cuerda)

Un desgaste excesivo puede ser causado por patinaje del mecate sobre la rueda porque el mecate roza con la tapa o la pared del pozo. Se recomienda cambiar el mecate, tensarlo bien y evitar el roce del mecate reubicando la rueda.

#### Cambio del mecate:

Se realiza introduciendo un mecate de apoyo (un mecate similar pero sin pistones) en la tubería mientras que se quita el mecate viejo con sus pistones. Con el mismo mecate de apoyo se puede introducir un mecate nuevo con sus pistones. Fíjese bien en la dirección de los pistones.

#### Rotura del mecate:

Antes de quitar la tubería del pozo se deja bajar en la tubería un mecate de apoyo con algún peso amarrado. (Una pesa que pase por la tubería). Después se quita la tubería del pozo y se introduce el mecate nuevo con ayuda del mecate de apoyo. Hay que pescar y sacar el mecate viejo. Si la tubería ya está fuera del pozo sin mecate se debería sondear toda la tubería con un alambre del largo de toda la tubería para poder introducir el mecate nuevo

#### Mecate pegado en la tubería:

Este tipo de falla siempre es causado por suciedad en el pozo que se introduce en la tubería. Si no se puede solucionar retrocediendo el mecate, se debe quitar toda la tubería para poder jalar el mecate con mas fuerza. Si todo esto no resulta se debe trozar la tubería y cambiarla. Para poder unir la tubería después se debe hacer una camisa al tubo de bombeo. También se debe añadir un pedazo de mecate.

## 5.2 OTROS SISTEMAS NO CONVENCIONALES

En estas tecnologías encontramos varias estructuras que en Guatemala han sido implementadas principalmente por parte de Organizaciones No Gubernamentales.

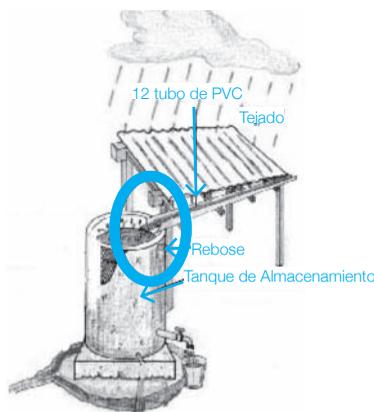
### 5.2.1 Captaciones de agua de lluvia

Generalidades

En comunidades rurales de Guatemala, como en algunas del Departamento de El Petén, El Quiché y Alta Verapaz, se utiliza el agua de lluvia captada a través de los techos de las viviendas y depositadas en tanques generalmente unifamiliares como los que se muestran a continuación



Fuente: INTERVIDA, julio 2004



Adoptado del MOM/CRS

El agua de lluvia usualmente es de buena calidad y aceptable por los usuarios en cuanto a apariencia y sabor. El sistema proporciona agua a la misma vivienda y a lugares que están alrededor de la misma, evitando su acarreo desde grandes distancias para beneficio principalmente de mujeres y niños.

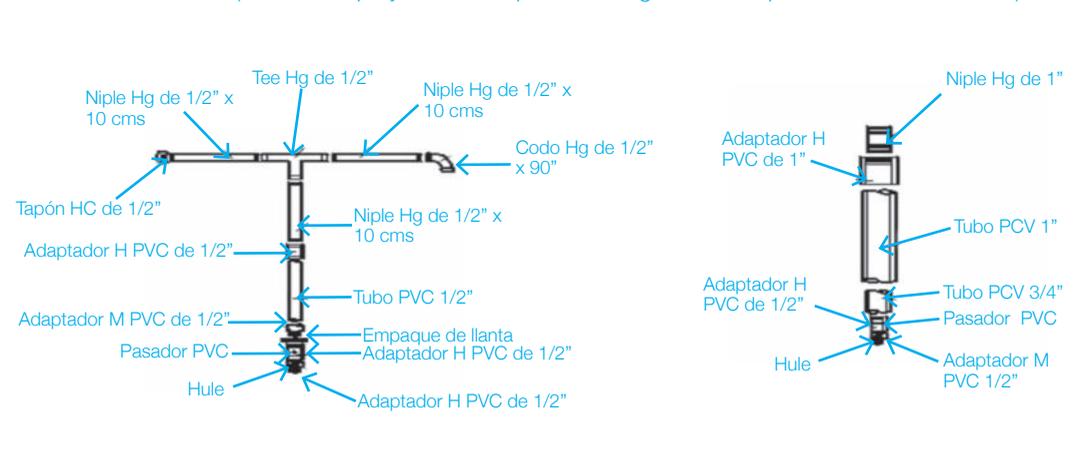
Con un sencillo sistema de filtrado y desinfección, si se utiliza para beber, preparar alimentos y lavar utensilios, el agua de lluvia, captada y almacenada en cisternas o tanques, puede reducir ostensiblemente el índice de enfermedades gastrointestinales en el área rural y también en las áreas urbano-marginales.

Uno de los principales criterios para decidir si conviene usar un sistema de captación de agua de lluvia, es cuando no existe posibilidad de contar con manantiales y el agua subterránea se encuentra a grandes profundidades o no existe.

Para utilizar el agua de lluvia se necesitan los siguientes componentes:

- Área de captación (generalmente el techo de las viviendas, siempre que éstos sean de teja, lámina de zinc o fibro-cemento)
- Filtro
- Cisterna o tanque de almacenamiento

**BOMBA TIPO FLEXI** (utilizada en proyectos de captación de agua de lluvia por SANAA en Honduras)



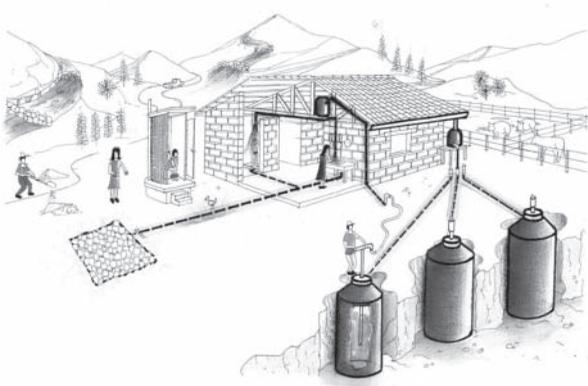
- Canaletas
- Cubierta de la cisterna.
- Bomba manual (tipo Flexi u otra)

Las pendientes recomendadas en los techos son:

- Techo de teja de barro: 28%
- Techo de fibro-cemento: 17%
- Techo de lámina de zinc: 9%

Con el objeto de garantizar la calidad del agua, generalmente se coloca un filtro en la cisterna. Sus dimensiones usualmente son de 0.60 m x 0.60 m x 0.80 m, y cada capa filtrante puede tener espesores de 0.10 o 0.20 m. Como materiales se utilizan los siguientes:

- Grava, piedrín o piedra de río.
- Carbón vegetal o mineral
- Arena gruesa
- Arena fina



Fuente: SANAA Honduras

Las figuras anteriores muestran los componentes principales del sistema de captación de agua de lluvia y detalles de la Bomba tipo Flexi utilizada para elevar el agua que se almacena en la cisterna (luego de su captación en el techo de la vivienda).

Adicional al filtro el agua debe desinfectarse para asegurar su calidad.

La cisterna puede ser de concreto armado, de ferrocemento, de metal, de madera con cinchos metálicos, de plástico o de fibra de vidrio. Las cisternas, por su forma, pueden

ser cilíndricas, cúbicas, tronco-piramidales, etc., y por su ubicación pueden ser aéreas o subterráneas.

En muchas viviendas del área rural, ya están utilizando tanques prefabricados de plástico para el almacenamiento. Las cisternas deben estar siempre cubiertas para evitar la contaminación del agua o accidentes principalmente de los niños.

Este tipo de tecnología se puede combinar con una bomba manual (como la Flexi u otra similar) para facilitar la extracción de agua del tanque o cisterna.

Comparados con el costo de las bombas manuales, los costos de inversión y mantenimiento de esta tecnología son altos para las comunidades rurales. Otro aspecto importante a considerar es que con esta tecnología solo se dispone de agua que reúne condiciones de cantidad y calidad en la época de lluvia.

Los riesgos de contaminación del agua en esta tecnología son altos y, por lo tanto, como resultado pueden ocurrir problemas de salud en los usuarios, por ello esta tecnología debe de apoyarse siempre con programas de educación sanitaria.

### Aplicación

La captación del agua de lluvia para consumo humano está recomendada sólo para zonas rurales o urbano marginales con niveles de precipitación pluviométrica que hagan posible el adecuado abastecimiento de agua de la población beneficiada.

### Requisitos previos

- El diseño del sistema de captación de agua de lluvia con fines de abastecimiento de agua debe estar basado en los datos de precipitación mensual de por lo menos diez años.
- La oferta de agua de lluvia se debe determinar a partir del promedio mensual de las precipitaciones

correspondientes al período de años analizados.

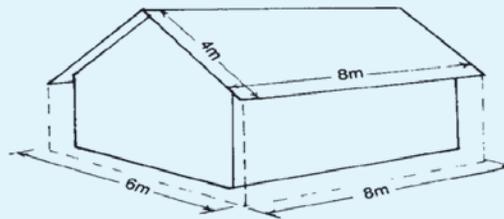
- o La demanda de agua para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia debe considerar un mínimo de cuatro litros de agua por persona por día (4L/h/d) para ser destinada solamente a la bebida, preparación de alimentos e higiene bucal.

Diseño

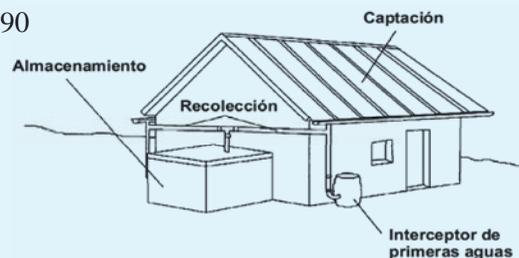
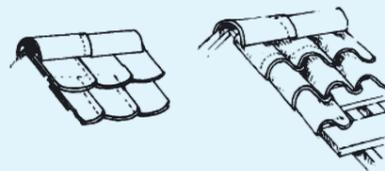
El sistema de captación de agua de lluvia para consumo humano se compone de cuatro partes principales: a) captación; b) recolección; c) interceptor; y d) almacenamiento.

Captación

- Está conformada por el techo de la vivienda, el mismo que debe tener una pendiente no menor al 5% en dirección a las canaletas de recolección del agua de lluvia.



- Los coeficientes de esorrentía a ser aplicados, según el material constructivo del techo son:
  - o Lámina o calamina metálica 0.90
  - o Tejas de arcilla 0.80 – 0.90
  - o Madera 0.80 – 0.90
  - o Paja 0.60 – 0.70



Captación de agua

Precipitación promedio mensual:

$$Pp_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} p_i}{n}$$

Donde:  
 n = número de años evaluados.  
 P<sub>i</sub> = valor de la precipitación mensual del mes “i” en mm.  
 Pp<sub>i</sub> = Precipitación promedio mensual del mes “i” de todos los años evaluados en mm

Cálculo de la demanda:

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$

Donde:  
 Nu = Número de usuarios que se benefician del sistema.  
 Nd = Número de días del mes analizado.  
 Dot = dotación (L/persona/día)  
 D<sub>i</sub> = demanda mensual (m<sup>3</sup>)

Volumen del tanque de almacenamiento:

$$A_i = \frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000}$$

Donde:

$Pp_i$  = Precipitación promedio mensual (litros/m<sup>2</sup>) (en mm)

$Ce$  = Coeficiente de escorrentía.

$Ac$  = Area de captación en m<sup>2</sup>

$A_i$  = abastecimiento correspondiente al mes "i" en m<sup>3</sup>

Acumulado de la oferta y la demanda en el mes "i":

$$Aa_i = Aa_{(i-1)} + \frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000}$$

$$Da_i = Da_{(i-1)} + Nu \times Nd_i \times Dd_i$$

Donde:

$Aa_i$  = volumen acumulado al mes "i"

$Da_i$  = demanda acumulada al mes "i"

Volumen necesario:

$$V_i (m^3) = A_i (m^3) - D_i (m^3)$$

Donde:

$V_i$  = volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes "i"

$A_i$  = volumen de agua que se captó en el mes "i"

$D_i$  = volumen de agua demandada por los usuarios para el mes "i".

## Recolección

- Las canaletas podrán ser de PVC, metálicas galvanizadas, bambú o cualquier otro material que no altere la calidad físico-química del agua recolectada.
- El ancho mínimo de la canaleta será de 75mm y el máximo de 150mm. 
- Las canaletas deberán estar fuertemente adosadas a los bordes más bajos del techo.
- El techo deberá prolongarse hacia el interior de la canaleta, como mínimo en un 20% del ancho de la canaleta.
- La distancia que debe mediar entre la parte superior de la canaleta y la parte más baja del techo debe ser la menor posible para evitar la pérdida de agua.
- El máximo tirante de agua en las proximidades del interceptor no deberá ser mayor al 60% de la profundidad efectiva de la canaleta.
- La velocidad del agua en las canaletas no deberá ser mayor de 1.00m/s.
- Para calcular la capacidad de conducción de la canaleta se podrán emplear fórmulas racionales como la de Manning con sus correspondientes coeficientes de rugosidad, acordes con la calidad.
- Las uniones entre canaletas deben ser herméticas y lo más lisas posibles para evitar el represamiento del agua.

### Interceptor

- El volumen del interceptor se debe calcular a razón de un litro de agua de lluvia por metro cuadrado del área del techo drenado.
- El techo destinado a la captación del agua de lluvia puede tener más de un interceptor. En el caso que el área de captación tenga dos o más interceptores, ellos deberán atender áreas específicas del techo y por ningún motivo un determinado interceptor deberá captar las primeras aguas de lluvia de un área que es atendida por otro interceptor.
- Al inicio del tubo de bajada al interceptor deberá existir un ensanchamiento que permita encauzar el agua hacia el interceptor sin que se produzcan reboses, y su ancho inicial debe ser igual al doble del diámetro de la canaleta debiendo tener la reducción a una longitud de dos veces el diámetro.
- El diámetro mínimo del tubo de bajada del interceptor no será menor a 75mm.
- La parte superior del interceptor deberá contar con un dispositivo de cierre automático una vez que el tanque de almacenamiento del interceptor se haya llenado con las primeras lluvias.
- El fondo del tanque de almacenamiento del interceptor deberá contar con grifo o tapón para drenaje del agua luego de concluida la lluvia.
- El interceptor contará con un dispositivo que debe cerrarse una vez que se hayan evacuado las primeras aguas de lluvia.

### Almacenamiento



- El volumen del tanque de almacenamiento será determinado a partir de la demanda de agua, de la intensidad de las precipitaciones y del área de captación
- El tanque de almacenamiento podrá ser enterrado, apoyado o elevado (ver ejemplo en fotografía debajo) y tendrá una altura máxima de 2m. En este último caso, la parte superior del tanque no deberá estar a menos de 0.30 metros con respecto al punto más bajo del área de captación.
- El tanque de almacenamiento deberá contar con tapa sanitaria de 0.60 x 0.60m para facilitar la limpieza o el mantenimiento; drenaje de fondo para la eliminación del agua de lavado; grifo situado a 0.10m por encima del fondo; rebose situado a 0.10m por debajo del techo, e ingreso del agua de lluvia. El ingreso del agua de lluvia podrá realizarse por el techo o por las paredes laterales del tanque de almacenamiento y no deberá ser menor de 75mm de diámetro.
- El interior del tanque de almacenamiento deberá ser impermeable y por ningún motivo el agua debe entrar en contacto con el medio ambiente a fin de garantizar la calidad del agua.
- Se podrá instalar en el interior del tanque de almacenamiento un filtro de arena para purificar el agua de lluvia al momento de su extracción. El filtro deberá diseñarse de modo que la velocidad de filtración sea menor a 0.2 m/hora.
- Los tanques de almacenamiento apoyados deben tener alrededor de su base una losa de protección contra la infiltración de 0.20m de ancho. Asimismo, en la zona donde se ubica

el grifo para la extracción del agua debe construirse una losa de 0.50 x 0.50m y borde de 0.10 m de alto. Esta losa debe contar con dren para eliminar el agua que pueda almacenarse durante la extracción del agua.

- El extremo de la tubería de drenaje y de rebose deben apartarse de la pared del tanque de almacenamiento no menos de un metro y descargar a una canaleta para su disposición final.
- El volumen del tanque de almacenamiento se determinará por medio del balance de masa a partir del mes de mayor precipitación y por el lapso de un año, entre el acumulado de la oferta de agua (precipitación pluvial promedio mensual de por lo menos 10 años) y el acumulado de la demanda mes por mes del agua destinada al consumo humano. El volumen neto del tanque de almacenamiento es la resultante de la sustracción de los valores máximos y mínimos de la diferencia de los acumulados entre la oferta y la demanda de agua. (Ver fórmulas en el ítem captación).
- El volumen de diseño del tanque de almacenamiento será igual al 110% del volumen neto.

### Tratamiento

El agua retirada del tanque de almacenamiento podrá ser tratada por medio de filtros de mesa o filtración seguida de cloración o cualquier otro proceso de desinfección.

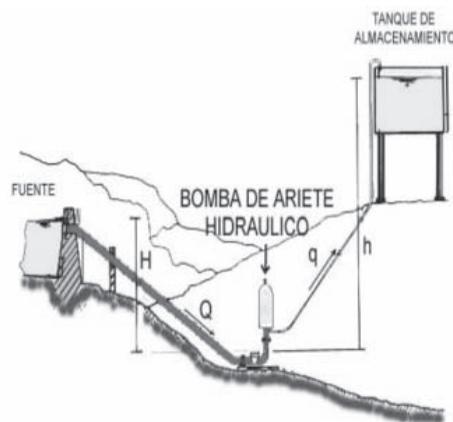
### Mantenimiento

(Asegura que la máxima cantidad de agua de lluvia es recolectada adecuadamente).

- Reparar cualquier hueco en el techo, evitar goteras.

- Limpiar los techos y canales entre lluvias.
- Remover partículas extrañas y material fecal de pájaros.
- Asegurar que el canal esté fijado adecuadamente en el techo.
- Chequear todos los dispositivos y mallas.
- Mantener limpio el sistema de almacenamiento, hacer limpieza periódicamente.

### 5.2.2 Arietes Hidráulicos



Adoptado de Fuentes Renovables de Energía para Sistemas de Abastecimiento de agua/IRC

Este sistema opera por el principio de crear un aumento súbito de presión o golpe de ariete en el tubo de entrada, al detenerse súbitamente el agua que fluye a través de él.

Para poder instalar esta tecnología se debe contar con una fuente de agua que suministre un caudal uniforme y continuo. La fuente debe suministrar de 2.4 a 20 veces más del caudal que se desee bombear. Estas bombas pueden operar con un flujo tan pequeño como 4 litros/minuto, siempre y cuando la caída sea suficiente. Si el flujo de agua es relativamente grande, una caída de 0.80 metros es suficiente para operar una bomba de ariete.

El tubo que alimenta el agua desde la fuente hasta la bomba de ariete se llama tubo de entrada o de suministro. La parte móvil esencial de la bomba es la válvula

de impulso la cual, al abrirse, permite que el flujo de agua en el tubo de entrada gane velocidad y potencia. El cierre súbito de esta válvula hace que el flujo pare y de esta forma crea el aumento de presión en el tubo de entrada, el cual se convierte en potencia para bombear agua.

Al comienzo del ciclo de bombeo el agua de la fuente baja rápidamente por el tubo de entrada, ganando velocidad y potencia y pasa a través del cuerpo de la bomba, escapando finalmente a través de la válvula de impulso. A medida que el flujo a través de la válvula se vuelve más rápido, la presión hidráulica sobre la válvula aumenta hasta que excede el peso de la válvula, o la carga del resorte que sostiene la válvula, y se le obliga a cerrar súbitamente. La columna de agua en movimiento se para instantáneamente, y se crea un aumento súbito de presión en el tubo de alimentación. Esto obliga a que la válvula de entrega se abra y el agua fluya a través de esta válvula abierta a la cámara de aire. Este flujo continúa hasta que la energía del salto de presión se haya acabado. La válvula de impulso se abre entonces, debido a su propio peso o a la carga del resorte, y el agua de la fuente nuevamente empieza a correr a través del tubo de entrada, comenzando un nuevo ciclo de bombeo.

La mayoría de las bombas de ariete hidráulico opera de 30 a 100 ciclos por minuto, dependiendo del peso o la tensión del resorte en su válvula de impulso. La cámara de aire amortigua los pulsos de presión del agua que entra en ella, y de esta forma asegura que el flujo sea relativamente continuo en la tubería de entrega.

Una pequeña válvula de aire va fija a la carcasa de la bomba. Durante cada ciclo de bombeo, se aspira una pequeña cantidad de aire por ella. Esto es esencial, porque parte del aire se disuelve en el agua y sale de la cámara de aire con el agua bombeada. Si no se reemplaza este aire perdido, la cámara de aire se llenaría de agua y la bomba de ariete

hidráulico dejaría de operar.

Las bombas de ariete hidráulico no arrancan solas. Usualmente se opera la válvula de impulso manualmente hasta que la bomba comience a trabajar por la acción del impulso del agua.

### ¿Qué es el golpe de ariete?

La física reconoce el fenómeno denominado golpe de ariete o choque hidráulico, que ocurre cuando varía bruscamente la presión de un fluido dentro de una tubería motivado por el cierre o abertura de una llave, grifo o válvula; también puede producirse por la puesta en marcha o detención de un motor o bomba hidráulica. Durante la fluctuación brusca de la presión, el líquido fluye a lo largo de la tubería a una velocidad definida como de propagación de la onda de choque.

El cambio de presión provoca deformaciones elásticas en el líquido y en las paredes de la tubería. Este fenómeno se considera indeseable porque causa frecuentes roturas en las redes hidráulicas de las ciudades y en las instalaciones intradomiciliarias, y también es causante de los sonidos característicos que escuchamos en las tuberías cuando abrimos un grifo bruscamente en nuestras casas. Por tal razón, con frecuencia se diseñan válvulas de efecto retardado o se instalan dispositivos de seguridad.

### ¿Qué es el ariete hidráulico?

Un ariete hidráulico es una bomba elevadora de agua. Su característica principal es su bajísimo costo operacional ya que no consume bencina, gas, petróleo, electricidad etc. Esta bomba ofrece un funcionamiento ininterrumpido por muchos años por estar fabricada en plástico reforzado con fibra de vidrio.

Su costo de instalación no es más elevado que el de otros sistemas de bombeo (casetas, tomas de agua, filtros, anclajes, tanque elevado) con la ventaja de que puede ser

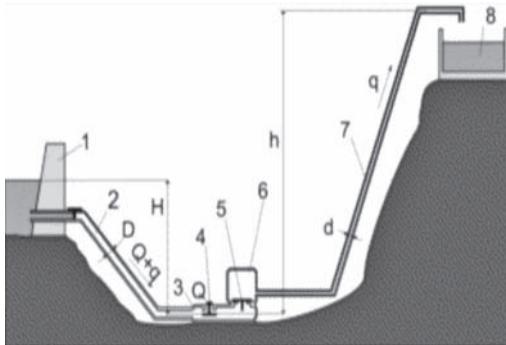
instalada a la intemperie, ya que no necesita una caseta de motobombas.

La bomba de golpe de ariete o ariete hidráulico es un motor hidráulico que utiliza la energía de una cantidad de líquido (comúnmente agua) situada a una altura mayor (el desnivel de un río, presa, acequia u otro depósito o caudal), con el objetivo de elevar una porción de esa cantidad de líquido hasta una altura mayor que la inicial, mediante el empleo del fenómeno físico conocido como golpe de ariete. El equipo bombea un flujo continuo y funciona

ininterrumpidamente sin necesidad de otra fuente de energía.

El ariete hidráulico también puede compararse con un transformador eléctrico, ya que éste recibe una tensión baja (en voltios) con una corriente eléctrica relativamente alta (en amperios) y obtiene un régimen de mayor tensión y menor amperaje, y en el caso del ariete ocurre un proceso similar a nivel hidráulico: recibe un gran caudal ( $Q + q$ ) con una baja carga ( $H$ ) y obtiene un régimen de mayor presión ( $h$ ) con un menor caudal ( $q$ ).

### En la siguiente figura se ilustra el Principio de funcionamiento del ariete



El agua procedente de una fuente de alimentación (1) desciende por gravedad por la tubería de alimentación o impulsión (2) bajo la acción del desnivel en relación con el ariete hidráulico ( $H$ ), con un caudal determinado ( $Q + q$ ), y se derrama al exterior del cuerpo o caja de válvulas (3) del ariete

en una cantidad ( $Q$ ) hasta adquirir una velocidad suficiente para que la presión dinámica cierre la válvula de impulsión o ímpetu (4).

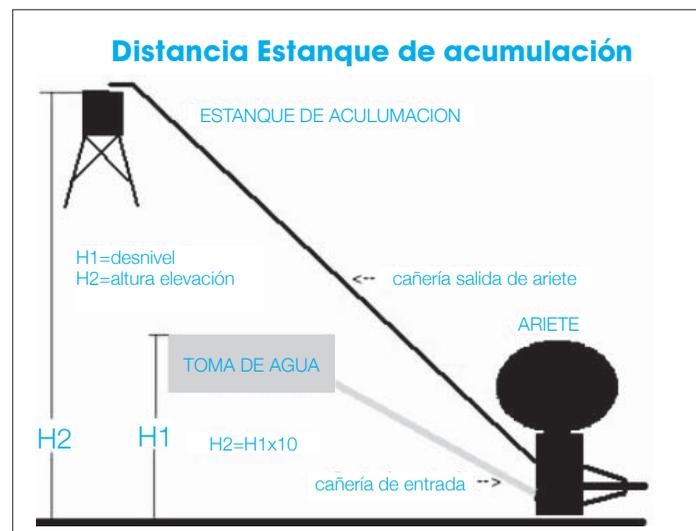
El cierre brusco de esta válvula produce el efecto conocido como golpe de ariete, lo cual origina una sobrepresión en la tubería de alimentación que provoca la apertura de la válvula de retención (5), que permite el paso del agua hacia el interior de la cámara de aire (6), provoca la compresión del aire existente y cierta cantidad de agua ( $q$ ) asciende por la tubería de bombeo o descarga (7). En ese instante se produce una ligera succión en el cuerpo o caja de válvulas, que provoca una disminución de la presión, la apertura de la válvula de impulsión y el cierre de la válvula de retención. De esta forma se crean las condiciones para que el proceso se convierta en cíclico, con el consiguiente ascenso de una columna estable de agua hacia el tanque elevado (8), mediante la tubería de bombeo.

### Las Características de Operación

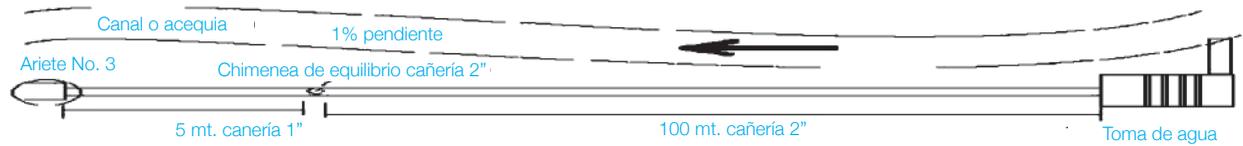
del ariete se visualizan con mejor detalle en el gráfico de la siguiente página.

**Elevación:** El ariete puede elevar el agua a una altura superior a los 70 metros, dependiendo de las condiciones del terreno, básicamente depende de la diferencia de altura entre las tomas de agua y el ariete. La figura siguiente explica esta situación.

**Distancia:** Se puede conducir el agua a una distancia superior a los 2.000 metros entre el ariete y el estanque en altura. No tiene una gran pérdida de carga como las



### Detalle para crear el desnivel de funcionamiento para el ariete en este caso 1 metro



NOTA: El agua que bota el ariete se devuelve al canal.

motobombas, ya que la velocidad del agua es muy baja.

#### Sobre desniveles...

Para que el ariete funcione debe haber un desnivel mínimo de 1 metro de altura entre la toma de agua y la entrada del ariete. Cuando hay una caída natural de agua es muy simple la instalación

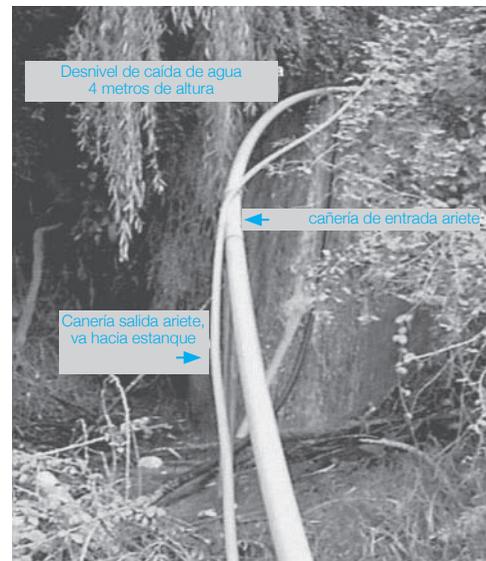
Pero, ¿Qué sucede si no hay una caída de agua en mi propiedad? Es posible crear el desnivel necesario. Como es de suponer, todo canal de agua tiene una pendiente natural, obviamente, la parte mas baja en altura se encontrará siguiendo el curso de agua.

Aprovechando esta condición se puede crear un desnivel usando un largo de cañería tal que en una distancia razonable podamos obtener un desnivel de un metro como mínimo. Considerando una pendiente de 1 % es posible obtener un metro de desnivel en 100 metros de distancia. Las fotos del lado derecho ilustran lo mencionado.

Se puede ver que el canal no es de gran caudal, se observa la toma de agua (la manguera más gruesa) que va corriente abajo hacia el ariete y la manguera de retorno desde el ariete hacia el estanque (la más delgada)



Captación de agua



Caída de agua o desnivel aprox 4 mts

El estanque de agua se encuentra a 8 metros sobre el canal, 12 metros sobre el ariete y a una distancia de 60 metros del ariete. En estas condiciones, el estanque esta recibiendo 22.000 litros aproximadamente al día. Las siguientes fotos ilustran la situación descrita.



Estanque de agua

## 5.3 TRATAMIENTO INTRADOMICILIARIO DEL AGUA

Las comunidades que **no cuentan** con sistemas de agua potable requieren tratar el agua en sus domicilios.

Las que **si cuentan** con sistemas de agua potable requieren prevenirse porque no basta que el agua sea desinfectada y clorada en los sistemas de abastecimiento. La mala higiene

y almacenamiento en las viviendas afecta la calidad y muchas veces es ahí donde el agua se contamina.

En el domicilio es posible mejorar la calidad de pequeños volúmenes de agua aplicando procesos de tratamiento, de acuerdo a la calidad del agua y los contaminantes que existan. Los procesos más utilizados son:

Para remoción de:	Tratamiento utilizado:	Tecnología
Turbiedad	Filtración	Filtro lento de arena a nivel domiciliario Filtros de mesa
Desinfección	Radiación solar Calor Productos químicos	Desinfección solar del agua Ebullición Cloración

### 5.3.1 Filtro lento de arena a nivel domiciliario

Consiste en un tanque con una capa de arena clasificada. El agua cruda fluye verticalmente en la arena siendo removidas en ese recorrido, mayormente en la capa superior de la arena, las partículas en suspensión y las bacterias.

El agua filtrada es recolectada desde el fondo del filtro. Periódicamente, la capa

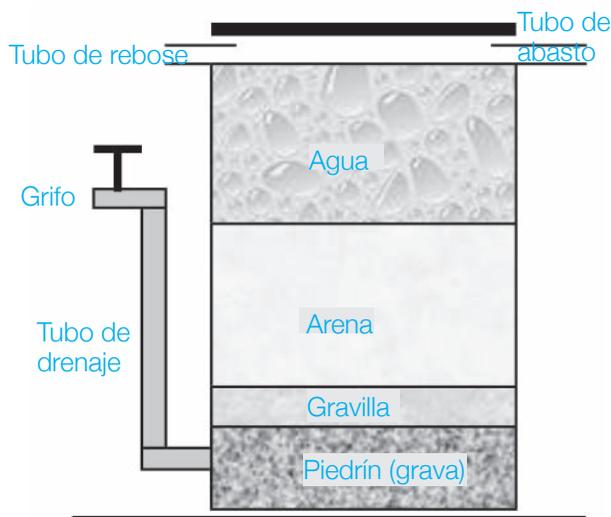
superior de la arena que contiene los sólidos retenidos debe ser removida, lavada y repuesta.

Este proceso sólo se aplica para aguas con turbiedad baja. En estos filtros se desarrollan bacterias colaboradoras útiles para la eliminación de parásitos. El proceso es efectivo también para remoción de compuestos orgánicos, incluyendo algunos pesticidas<sup>42</sup>.

<sup>42</sup> WORLD HEALTH ORGANIZATION (2006). Guidelines for Drinking-water Quality. First Addendum to Third Edition. Vol1 Recommendations.

### Componentes

- Recipiente de plástico (barril), ferrocemento o concreto, con tapadera hermética
- Tubos de entrada y de rebose
- Tubo de salida, con grifo
- Capas de grava, gravilla y arena



### Características

- Se utilizan recipientes relativamente fáciles de conseguir o fabricar en la comunidad.
- Para que un filtro nuevo pueda eliminar bacterias y virus deberá funcionar entre 2 y 3 semanas antes de que esta capacidad se desarrolle.
- El filtro no debe usarse como recipiente para el almacenamiento de agua.
- Alrededor del tubo de drenaje, en el fondo del recipiente, se colocan 7.5 cm de piedrín (grava). Luego sobre la grava se colocan 5 cm de arena gruesa y, sobre ésta, se coloca la arena fina.
- Para mantener siempre húmedo el material filtrante, la salida del tubo por el que se sirve el agua filtrada (tubo de drenaje) deberá estar por lo menos 5 cm más alto que el nivel superior de la arena.

- El agua filtrada puede adicionalmente ser desinfectada por medio de la aplicación de cloro.
- Cuando la velocidad de salida del agua disminuye demasiado es tiempo de darle mantenimiento

### Mantenimiento

El mantenimiento del filtro consiste en lavar por separado y con agua limpia, el piedrín, la arena gruesa y la arena fina, así como el recipiente.

### Ventajas

- Efectividad comprobada en la reducción de la turbiedad y alguna remoción de patógenos. Constituye una opción para reducir la turbiedad del agua, previo al proceso de desinfección, en hogares o a pequeña escala,
- Es una opción sencilla y práctica,
- Costos bajos de adquisición y operación,
- La operación y el mantenimiento son sencillos.

### Desventaja

- Útiles solo para situaciones intrafamiliares o a muy pequeña escala.

### 5.3.2 Filtros de mesa de arena<sup>43</sup>

Estos filtros se componen de dos baldes de PVC de 20 litros cada uno. El balde superior contiene el elemento filtrante y el inferior se utiliza para almacenar el agua filtrada. Así tenemos el filtro con velas filtrantes de cerámica y prefiltro de arena.

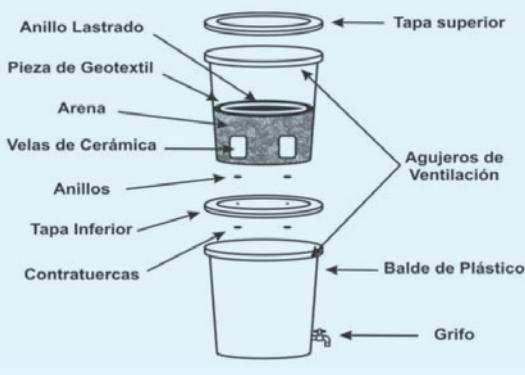
A continuación se presentan las características básicas de un filtro de mesa con reductor de caudal. Este filtro ha sido

<sup>43</sup> CEPIS, OPS/OMS, Filtro de mesa de arena, guía de construcción, operación y mantenimiento, Lima 2,000, 10 páginas.

diseñado para el tratamiento domiciliario de agua con baja carga bacteriológica y hasta 100 UNT de turbiedad. También se abordan los aspectos relativos a su construcción, operación, ubicación y mantenimiento, con el objetivo de obtener así el mayor beneficio del filtro.

### Características del filtro

Este filtro de mesa permite obtener en promedio 3.75 litros de agua por hora. La pieza de geotextil y la arena, cada una en grado diferente, se encargan de remover la turbiedad. El reductor de caudal es el encargado de controlar la tasa de filtración permitiendo obtener de este modo agua clara, para realizar luego la desinfección con cloro. La siguiente figura muestra los componentes del filtro.



### Materiales

- Dos baldes de plástico de 20 litros de capacidad
- Un grifo de plástico.
- 84 centímetros de manguera gruesa ( $\text{Ø}$ : 3/8")
- 2 cm de manguera de pared delgada ( $\text{Ø}$ : 5/16" para que ingrese en la manguera de 3/8")
- Arena de río aproximadamente 10 litros
- **La arena debe clasificarse empleando dos mallas:**
  - Malla metálica No. 20 ( $\text{Ø}$  interno: 0.84mm) de 50x50 cm
  - Malla metálica No. 60 ( $\text{Ø}$  interno: 0.25mm) de 50x50cm

- **Un reductor de caudal, el cual será construido tal como se indica más adelante, con los siguientes materiales:**

- 12 cm de tubo PVC clase 10 ( $\text{Ø}$ : 3/4")
- 2 cm de tubo PVC clase 10 ( $\text{Ø}$ : 1")
- 5.5 cm de tubo PVC clase 10 ( $\text{Ø}$ : 1/2")
- 1 tapón para el tubo clase 10 ( $\text{Ø}$ : 3/4")
- 1 frasco de pegamento para PVC (1/32 de galón)
- 20 cm de microtubo clase 10 ( $\text{Ø}$ : 1mm)
- Una pieza de geotextil de 2 cm x 17 cm.

- **Una pieza de geotextil de 40 x 40 cm con las siguientes características:**

- Material no tejido de polipropileno y resistente a la radiación UV.
- Espesor de la pieza 2.0-2.5 mm
- Permeabilidad 0.40-0.60 cm/s
- Permitividad 2.10-2.28 s<sup>-1</sup>
- Tamaño aparente de abertura:
  - » Malla (estándar U. S.) 100-70
  - » En milímetros 0.15-0.20

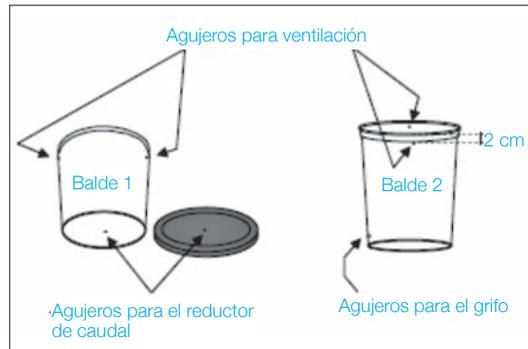
### Construcción

En la construcción del filtro se realizan dos procedimientos; primero, la preparación de algunos elementos del filtro y segundo la colocación de los mismos.

## PREPARACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL FILTRO

### Balde

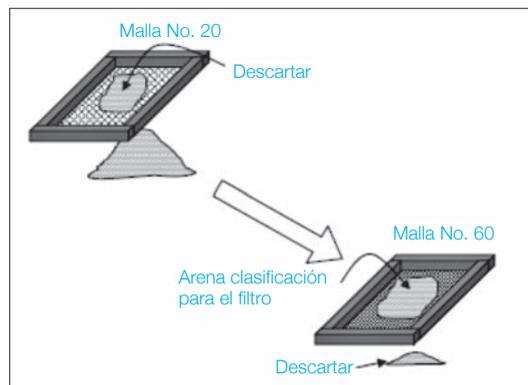
- En la base y tapa de uno de los baldes hacer dos agujeros coincidentes de 2.1 cm de diámetro. Estos agujeros servirán para la colocación del reductor de caudal.
- En el otro balde hacer un agujero del diámetro de la espiga del grifo.
- En la pared de los dos baldes hacer dos agujeros diametralmente opuestos, de 2mm de diámetro, deben estar ubicados a 2 cm del borde superior del balde. Estos servirán para la ventilación, según se ilustra a continuación.



### Clasificación de la arena

- Cernir la arena en la malla No 20 y desechar los granos retenidos en la malla.
- Pasar la arena cernida a través de la malla No 60 y descartar la porción que la atraviesa.
- Lavar la arena retenida en la malla No 60 con abundante agua hasta que esté libre de suciedad.

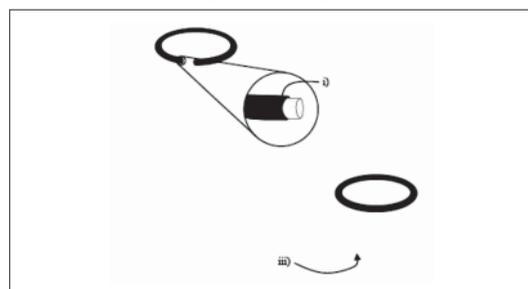
El proceso a seguir se ilustra en la siguiente figura



### Pieza de geotextil

- Cortar en el geotextil un círculo de 35 cm de diámetro.

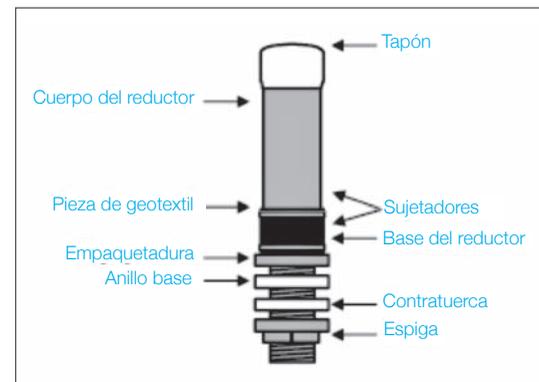
**Anillo sujetador** (sus detalles se muestran en la siguiente figura)



- Pegar en un extremo de la manguera gruesa la manguera de menor diámetro (servirá de unión en el momento de hacer el anillo).
- Rellenar la manguera con arena gruesa u otro material similar (así tendrá suficiente peso).
- Unir ambos extremos de las mangueras.

### Reductor de Caudal

Consta de las siguientes partes



Los pasos que se requieren para construir el reductor de caudal deben efectuarse con mucho cuidado debido a que este dispositivo es la parte principal del filtro.

### PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES

Realizar los siguientes trabajos a los materiales listados anteriormente.

- Hacer un roscado interno de 2.2 cm de longitud al tubo de  $\frac{3}{4}$ ".



- Hacer un roscado externo de 5.5 cm de longitud al tubo de  $\frac{1}{2}$ ".



### Base del reductor

- Cortar un anillo de 0.5 cm de longitud del tubo de 1".
- Cortar un anillo de 0.5 cm de longitud del extremo roscado del tubo de  $\frac{3}{4}$ ".

- Coger ambos anillos y pegarlos.
- La siguiente figura ilustra secuencialmente las tareas descritas



### Contratuercas

- Cortar un anillo de 1 cm de longitud del extremo roscado del tubo de  $\frac{3}{4}$ "
- Cortar dos anillos de 0.5 cm de longitud del tubo de 1"
- A un anillo de 0.5 cm darle una forma hexagonal.
- Coger el anillo de 0.5 cm y la forma hexagonal y pegarlos sobre el anillo de  $\frac{3}{4}$ ".

Las tareas descritas están ilustradas en la siguiente figura



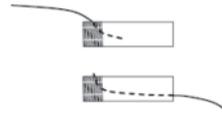
### Cuerpo del reductor

- Cortar 9.5 cm desde el extremo roscado del tubo de  $\frac{3}{4}$ ", (debe quedar una rosca interna de 0.5 cm).
- En el extremo roscado, hacer una rosca externa de 2 cm de longitud.
- Hacer cuatro cortes (surcos) transversales equidistantes al roscado externo.
- Hacer un agujero de 2mm de diámetro en el extremo roscado del tubo a 1 cm del extremo. En lo posible el agujero debe ser inclinado según la dirección de la flecha. Lo mencionado se ilustra a continuación



- Introducir el micro tubo por el agujero dejando 0.5 cm de micro tubo libre, agregarle pegamento internamente y

externamente, cuando haya secado el pegamento nivelar el extremo libre.



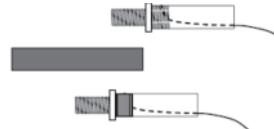
- Pegar el tubo  $\frac{1}{2}$ " enroscándolo en el cuerpo del reductor.



- Pegar el anillo de la base enroscándolo en el tubo de  $\frac{1}{2}$ ".



- Colocar con el geotextil alrededor del agujero y asegurarlo con cable de atadero (u otro dispositivo). Como en la siguiente figura



- Enrollar el micro tubo cuidando que el extremo libre quede hacia arriba.



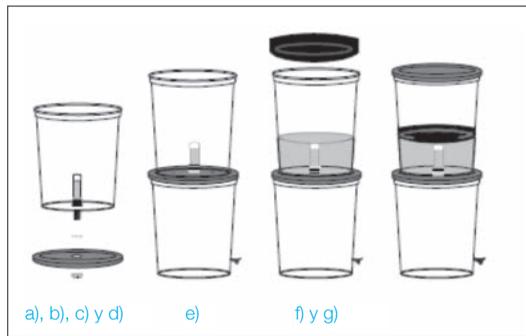
- Colocar el tapón.

## COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL FILTRO

- Insertar la espiga del reductor de caudal en el agujero de la base del balde. Asegurarse que la espiga tiene la empaquetadura.
- Colocar el anillo.
- Colocar la tapa.
- Colocar la contratuerca del reductor de caudal.
- Agregar la arena clasificada hasta cubrir totalmente el reductor de caudal.

- g) Colocar el anillo sujetador sobre el geotextil extendido, luego, con cuidado, ubicarlo sobre la arena dentro del balde. Asegurarse que el pre filtro quede fuertemente presionado entre la pared del balde y el anillo de sujeción.

Este proceso se ilustra a continuación



### Ubicación del filtro

- El filtro debe colocarse en el interior de la casa, preferentemente en la cocina o comedor y sobre una mesa o una banca.
- El grifo debe quedar libre para facilitar el retiro del agua.
- Cada vez que retire agua del filtro asegúrese que el grifo quede bien cerrado.
- El filtro no debe emplearse para transportar el agua desde la fuente a la vivienda porque el grifo puede dañarse.

### Operación del filtro

- Llenar el filtro con agua hasta 4 cm por debajo del nivel de la tapa.
- Revisar periódicamente el nivel del agua.

### Mantenimiento del filtro

- La limpieza debe hacerse cuando el flujo del agua se reduce notoriamente.
- Con mucho cuidado retire el anillo sujetador, la pieza de geotextil y la arena.
- Coloque la arena en un balde o cualquier otro tipo de recipiente para su lavado.
- Lave la arena frotándola con la mano y con ayuda de abundante agua. El

proceso del lavado se repite hasta que el agua de lavado esté libre de turbiedad.

## 5.4 TECNOLOGÍAS PARA LA DESINFECCIÓN DEL AGUA

La selección de la tecnología a utilizar para desinfectar el agua para consumo humano debe tomar en cuenta varios criterios, entre ellos se pueden mencionar:

#### a) en cuanto al agente desinfectante:

- su eficacia, su facilidad y seguridad en el manejo,
- el costo de adquisición,
- el equipo para su producción, aplicación y dosificación,
- la fuente o fuentes de energía necesarias
- su aceptación por el usuario, etc.

#### b) en cuanto al equipo para su producción, aplicación y dosificación:

- costo del equipo,
- eficiencia y eficacia,
- fuentes de energía
- facilidades, costos y seguridad en su instalación, operación y mantenimiento,
- vida útil,
- aceptación por parte de la comunidad, etc.

Adicionalmente a lo anterior, es de suma importancia contar con el apoyo institucional (tanto de los organismos rectores y reguladores, como de las instancias responsables del abastecimiento y calidad del agua), así como de una buena organización de la comunidad, en caso de ser necesario.

Existen una serie de opciones tecnológicas para la aplicación de métodos o agentes de desinfección de agua para consumo humano. Estas tecnologías pueden clasificarse en: tecnologías sencillas, tecnologías para sistemas grandes de abastecimiento y tecnologías especiales.

En esta guía solo consideramos algunas de las tecnologías sencillas utilizadas (o con posibilidades de ser usadas) en comunidades rurales. Estas tecnologías tratan de evitar los problemas que genera la manipulación del cloro gas o del hipoclorito de calcio utilizados en grandes sistemas de abastecimiento y sistemas especiales.

### 5.4.1 Ebullición o calentamiento con combustible

La ebullición o calentamiento con combustible (leña, gas propano, gas butano, kerosene, etc.) se ha utilizado tradicionalmente para desinfectar el agua para beber en el hogar. Este método es efectivo para destruir toda clase de patógenos (virus, bacterias, esporas bacterianas, hongos, protozoos y huevos helmintos de helmintos), sin importar mucho el grado de turbiedad y la existencia de sustancias disueltas. La OMS recomienda llevar el agua al punto de ebullición como indicador de que se ha alcanzado una alta temperatura.

El agua debe ser hervida en un recipiente tapado, por un tiempo de al menos 5 minutos contados a partir del inicio de la ebullición vigorosa. Luego de hervida, el agua debe enfriarse naturalmente para su posterior consumo, evitándose introducir recipientes en el agua que puedan provocar la recontaminación.

Aunque generalmente las bacterias relacionadas con enfermedades de origen hídrico no forman esporas, debe recordarse que las esporas de las bacterias termofílicas pueden sobrevivir a temperaturas superiores a los 100 °C.

Debido a que este método es costoso, pues se estima que para hervir 1,0 litros de agua se necesita quemar 1,0 kg de leña, se recomienda para desinfectar pequeñas cantidades (por ejemplo, agua para beber) o cantidades más grandes sólo en situaciones de emergencia.

Para asegurar la eficacia de este método se recomienda que el agua se almacene en el mismo recipiente utilizado para la ebullición y, preferiblemente que tenga una tapadera o cierre protector, de modo de evitar la recontaminación. Se recomienda también que se consuma el mismo día. En este caso es necesaria también la higiene personal para evitar la recontaminación en el manejo del agua hervida, principalmente si no se cuida la limpieza de las manos y de los recipientes para beber.

#### Ventajas

- Efectivo para destruir toda clase de patógenos (virus, bacterias, esporas bacterianas, hongos, protozoos y huevos helmintos de helmintos),
- No importa el nivel de turbiedad del agua y sustancias disueltas,
- Sencillo y práctico para cantidades pequeñas de agua,
- El punto de ebullición es un indicador de que se ha alcanzado una temperatura suficientemente alta para la destrucción de patógenos,
- Accesible a comunidades del área rural, principalmente cuando se usan estufas de leña o carbón, mejoradas
- No existen problemas de operación ni de mantenimiento.

#### Desventajas

- El consumo de energía es alto y por consiguiente, los costos pueden ser prohibitivos,
- Solo se puede usar para pequeñas cantidades de agua, generalmente a nivel del hogar,
- Su utilización puede provocar la depredación de bosques, por el uso de leña,
- La recontaminación puede darse con facilidad si no se toman las medidas higiénicas y de protección pertinentes,
- El agua, de preferencia, debe consumirse el mismo día,

- El sabor del agua se modifica y, por lo tanto, requiere aireación posterior para mejorarlo.

#### 5.4.2 Desinfección por energía solar (Tecnología SODIS<sup>44</sup>)

Una de las maneras más sencillas de garantizar la calidad del agua a nivel domiciliario es utilizando la desinfección solar del agua.

El efecto de destrucción de microorganismos a través de la radiación solar se debe a la combinación de los rayos ultravioleta (UV), en el rango de 320 a 400 nm, y del calentamiento a temperaturas entre 50 y 60 °C, rango que es suficiente para inactivar muchos virus entéricos, bacterias y parásitos, si se expone el agua durante 1 hora o más.

Esta tecnología fue desarrollada por científicos de la Swiss Federal Agency for Environmental Science and Technology<sup>45</sup> (EAWAG) y otros colaboradores. Además de económica, es una opción tecnológica bastante simple y práctica. El sistema SODIS considera las siguientes etapas básicas:

- remoción de sólidos en aguas con turbiedad alta (>30 UTN) por medio de filtración, si es necesario;
- colocación de agua de baja turbiedad (<30 UTN) en recipientes plásticos de 1 a 2 litros de capacidad (pueden usarse botellas descartables de bebidas gaseosas, de plástico duro, y preferiblemente pintadas de negro en una de sus mitades exteriores);
- aireación (oxigenación) del agua por agitación vigorosa en contacto con el aire o intercambiando el agua entre recipientes limpios; y,

- exposición del recipiente lleno con el agua a desinfectar, a la luz solar durante cerca de 5 horas (o más tiempo si es un día parcialmente nublado).

El sistema SODIS tiene la ventaja de que no modifica el sabor del agua, al no agregársele productos químicos como en el caso del cloro.

Este sistema es eficaz para desinfectar pequeñas cantidades de agua con baja turbiedad (<10 litros). Se utilizan botellas plásticas transparentes que son llenadas con agua y expuestas al sol, durante cinco horas o más, para alcanzar la desinfección esperada. Las botellas plásticas duras son preferidas sobre el vidrio en virtud de su fácil manejo, menor riesgo a la rotura y costos más bajos. Si se utilizan botellas de tereftalato de polietileno (PET), debe tomarse en cuenta que estos se deforman si las temperaturas exceden 65 °C.

Para acortar los tiempos de irradiación, o cuando la radiación solar no es suficientemente elevada, puede utilizarse una base semicilíndrica forrada con papel de aluminio, o pintar de negro la parte inferior externa de la botella.

#### Ventajas

- La inactivación microbiana se da por pasteurización y es eficaz para pequeños volúmenes de agua,
- Es una tecnología simple, práctica y de muy bajo costo,
- No se modifica la calidad del agua. Se obtiene buena calidad microbiológica del agua si la turbiedad es <30 UTN y se tiene suficiente oxígeno disuelto,
- Se combinan los efectos de la radiación UV y calentamiento,
- La operación es muy sencilla,
- No existen problemas de mantenimiento.

<sup>44</sup> SODIS: Solar Desinfección

<sup>45</sup> Agencia Federal Suiza para la Ciencia y Tecnología Ambiental.

### Desventajas

- Frecuentemente se requieren varias horas para desinfectar, e inclusive hasta días, dependiendo del nivel de insolación,
- No se reduce significativamente la población de la mayoría de patógenos termo resistentes o no se destruyen otros como el virus de la hepatitis A y las esporas,
- Los volúmenes de agua se limitan a unos pocos litros y, por lo general, se requieren varios recipientes por día.
- No existe efecto residual desinfectante, por lo que el agua debe consumirse el mismo día.
- Si hay alta turbiedad, ésta interfiere con la inactivación microbiana. Al haber alta turbiedad, ésta debe reducirse por sedimentación o filtración, antes de exponer las botellas al sol.
- Requiere pre-aireación para crear condiciones aeróbicas.

### 5.4.3 Aplicación de cloro en el hogar: Desinfección química con cloro<sup>46</sup>

Para tener agua segura se debe almacenar el agua en recipientes con tapa, que no presenten óxido ni sedimentos. No se usan recipientes que hayan contenido productos tóxicos o estén revestidos con brea. Para desinfectar el agua se aplica con gotero una cantidad de solución clorada<sup>47</sup> (dependiendo de la concentración) por cada litro de agua

<sup>46</sup> El cloro es peligroso. Es muy corrosivo en solución concentrada y las salpicaduras pueden causar quemaduras y lesiones en los ojos. Si salpica cloro en los ojos o en la piel, deben lavarse inmediatamente con abundante agua. Los lugares donde se almacene deben ofrecer condiciones de seguridad, y es necesario tomar precauciones especiales para impedir el acceso de niños, niñas y animales.

<sup>47</sup> Lejía, es el término utilizado en el Perú y otros países, para el agua clorada al 2% de cloro activo. También se le llama, lavandina o agua sanitaria.

y se deja reposar de 20 a 30 minutos en un recipiente con tapa.

Se puede utilizar cloro líquido (hipoclorito de sodio) o cloro sólido (hipoclorito de calcio). El hipoclorito de sodio es una solución que se puede obtener en concentraciones del 1% al 10%.

Las soluciones comerciales pueden ser apropiadas, pero existen dudas en cuanto a aquellas que se usan para el lavado de ropa porque pueden contener sustancias tóxicas. El hipoclorito de calcio se vende en forma de polvo o de gránulos con concentraciones de 20, 35, 65 y 70% de cloro disponible, y en tabletas con concentraciones de 65% y 70% de cloro disponible.

Generalmente, para desinfectar el agua, es más fácil aplicar el hipoclorito de sodio, por ser una solución líquida. En todo caso, se debe preparar una solución madre con una concentración de cloro disponible del 1%.

El siguiente cuadro muestra la cantidad, en gramos, de diversas formas de hipoclorito de calcio que se añade a un litro de agua para preparar una solución madre al 1%.

PREPARACIÓN DE 1 LITRO DE SOLUCIÓN MADRE DEL 1% DE HIPOCLORITO CON DIVERSOS COMPUESTOS DE HIPOCLORITO DE CALCIO		
Nombre del compuesto	Cloro disponible (%)	Gramos del compuesto de cloro por litro de agua
Cal clorada	20	50
Cal clorada	25	40
Hipoclorito de calcio	35	28,6
Hipoclorito de calcio (HTH)	65	15,4
Hipoclorito de calcio (HTH)	70	14,3

Fuente: Manual de Desinfección, OPS/OMS, 1995

En los cuadros que siguen se indica la cantidad de diversas concentraciones de solución de hipoclorito que hay que agregar a diversos volúmenes de recipientes domésticos para dosificarlos con 2 mg/litro y 5 mg/litro de cloro disponible, dependiendo del nivel de turbiedad del agua a desinfectar.

Actualmente existen en el mercado preparados de hipoclorito de sodio y de hipoclorito de calcio, con las instrucciones correspondientes a las dosis a aplicar.

<b>DESINFECCIÓN DE AGUA EN RECIPIENTES DOMÉSTICOS DE VARIAS CAPACIDADES, CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SOLUCIONES DE HIPOCLORITO</b>				
(Dosis deseada: 2 mg/litro de cloro. Para agua de poca turbiedad pero contaminada)				
Cloro libre disponible (%)	Capacidad del recipiente (litros)			
	1	10	15	20
0,5	8 gotas	4 ml	6 ml	8 ml
1	4 gotas	40 gotas (2 ml)	3 ml	4 ml
2	2 gotas	20 gotas	30 gotas	40 gotas
5	1 gotas *	8 gotas	12 gotas	16 gotas
10	1 gotas *	4 gotas	6 gotas	8 gotas

Fuente: Manual de Desinfección, OPS/OMS, 1995  
\* Dosis mínima posible

<b>DESINFECCIÓN DE AGUA EN RECIPIENTES DOMÉSTICOS DE VARIAS CAPACIDADES, CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SOLUCIONES DE HIPOCLORITO</b>				
(Dosis deseada: 5 mg/litro de cloro. Para agua turbia muy contaminada)				
Cloro libre disponible (%)	Capacidad del recipiente (litros)			
	1	10	15	20
0,5	20 gotas	10 ml	15 ml	20 ml
1	10 gotas	5 ml	7,5 ml	10 ml
2	5 gotas	2,5 ml	3,75 ml	5 ml
5	2 gotas	20 gotas	1,5 ml	2 ml
10	1 gotas *	10 gotas	15 gotas	20 gotas

Fuente: Manual de Desinfección, OPS/OMS, 1995  
\* Dosis mínima posible

Inmediatamente después de aplicar la solución de hipoclorito, se debe mezclar bien y dejarla reposar durante un mínimo de 30 minutos antes de usarla.

A continuación en forma de afiche se muestran los tres métodos más utilizados a

nivel domiciliario en Guatemala. Este afiche fue desarrollado por la Red de Agua Potable y Saneamiento de Guatemala (RASGUA), y fue muy útil en el trabajo de promoción desarrollado por las organizaciones miembros, ante la emergencia suscitada por la tormenta Stan en octubre del año 2005 .



# Tres métodos para tener agua segura para tomar

Si el agua está turbia, colarla en tela o pasarla en filtro casero.



## SODIS

- 1** Usar botellas limpias de 1 o 2 litros transparentes de plástico con tapaderas.
- 2** Lavar las botellas y las tapaderas.
- 3** Llenar las botellas con agua clara y taparlas bien.
- 4** En la mañana, colocar las botellas al sol en el techo o sobre una lámina.
- 5** Al final del día recoger las botellas.
- 6** Si el día estuvo nublado dejar las botellas por un día más.
- 7** Tomar el agua en un vaso o taza limpia.

## CLORAR

- 1** Llenar un envase limpio de 1 litro con agua clara.
- 2** Poner cloro al 5%, 2 gotas por 1 litro de agua y agitar bien.
- 3** Tapar bien la botella.
- 4** Mezclar el agua con el cloro.
- 5** Esperar a que pasen 30 minutos.
- 6** Tomar el agua desinfectada en una taza o vaso limpio.
- 7** Guardar el agua en un recipiente con tapadera.

## HERVIR

- 1** Lavar y llenar una olla con agua limpia.
- 2** Poner la olla al fuego. Cuando salgan burbujas, dejar hervir el agua cinco minutos más.
- 3** Dejar enfriar el agua con la olla tapada.
- 4** Echar el agua hervida en un envase o tinaja limpia con tapadera.
- 5** Servir el agua en un vaso o taza limpia.
- 6** Tapar la tinaja o el envase.
- 7** Tomar el agua.

**Si utiliza cualquiera de los tres métodos, su agua es segura**

Plan de Emergencia en Agua y Saneamiento. Tormenta Stan





Fotografía cortesía de Carlos Oajaca

# 6

CAPÍTULO

## TECNOLOGÍAS PARA DISPOSICION DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES



Fotografía cortesía de Rosario Castro



**ESTE CAPÍTULO** tiene como objetivo dar información que permita construir y/u operar y mantener cada una de las tecnologías alternativas que se presentan, las cuales son útiles principalmente para áreas rurales.

Estas tecnologías son aplicables a localidades que no cuentan con un sistema convencional para la disposición de excretas y aguas residuales. Para seleccionar cual de las tecnologías sería conveniente para una localidad, recomendamos apliquen los conceptos y algoritmo de selección presentados en el Capítulo IV.

## 6.1 LETRINA DE POZO VENTILADO (VIP)

Una letrina VIP difiere de la letrina de pozo tradicional en que tiene un largo tubo de ventilación vertical con una malla contra moscas acoplada a la parte superior. Dicho tubo es responsable del control tanto del olor como de las moscas.

En la siguiente figura se muestran detalles de esta letrina así como los pasos a seguir para su mantenimiento.

### LETRINAS DE POZO VENTILADO (VIP)

#### Ventajas

- Su construcción es relativamente fácil (no necesita mano de obra calificada) y económica, adaptable a las condiciones de la vivienda rural (usa materiales locales)
- Ocupa poco espacio (2 metros cuadrados), y permite tenerla cerca de la vivienda.
- No necesita agua, un elemento muy escaso y sumamente preciado en ciertas áreas rurales, ni desagües que podrían contaminar las aguas superficiales o profundas, Solo utiliza agua cuando es necesario limpiarlas.

### LETRINAS DE POZO VENTILADO

**1.** Una vez a la semana lavar la plancha, evitando que éste caiga dentro del pozo.

**2.** Rellenar cualquier agujero que se observe alrededor de la plancha.

**3.** Cada 8 días hechar ceniza para cubrir las excretas y eliminar los malos olores y moscas.

**4.** Revisar que la malla que cubre la chimenea no tenga obstrucciones ni esté rota.

Al llenarse el pozo sellar con una plancha de concreto para evitar accidentes y trasladar la letrina a otro lugar.

- Su mantenimiento es sencillo para una familia campesina.
- El tubo de ventilación vertical, evita los malos olores y el ingreso de moscas al pozo, e impide la salida de aquellas moscas que se han reproducido en el pozo.

- El tubo de respiración con mosquitero.
- La caseta que puede ser de adobe, ladrillo, madera, bloque, caña de bambú o maíz, el techo puede ser de paja o de lámina.



### Desventajas

- Toda campaña para masificar el uso de estas letrinas debe ir acompañada de un estricto programa de control sanitario y seguimiento tecnológico para garantizar su uso y mantenimiento adecuados.

### Partes que componen la letrina VIP

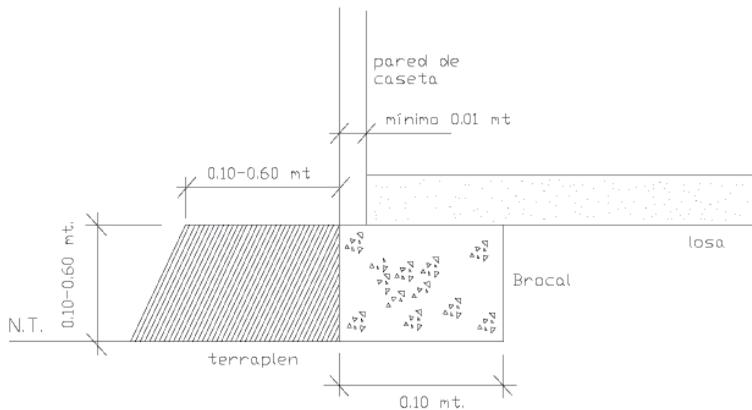
- El pozo
- La plataforma de cubierta y su cimiento

Labels: Tapa, Asiento, Pedestal, Losa, Hoyo, Holes.

Dimensions: 350-500 mm, 300 mm, 200 mm, 25 mm.

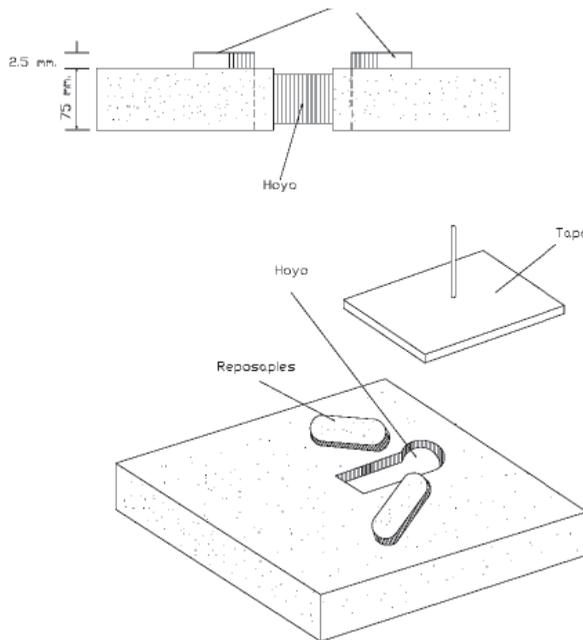
Vista en Planta, PEDESTAL, Vista en Planta.





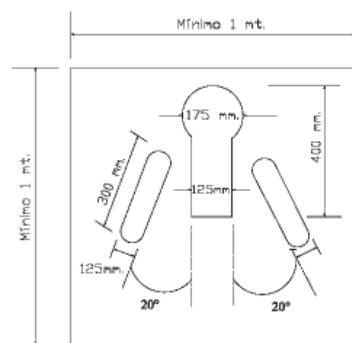
### Revestimiento del pozo

- La disponibilidad local normalmente determina que material debe usarse en la construcción de la letrina. Cuando se emplean bloques, ladrillos, mampostería o piedras, a las juntas para revestimiento se les debe de colocar mortero hasta medio metro de la parte superior del pozo, debajo de este punto no se les debe poner mortero a las juntas verticales a fin de permitir que la fracción líquida de la excreta se infiltre en el suelo.



### Losa cobertora y cimient: (ver gráfico anterior y la figura de lado izquierdo)

- La losa cobertora y su cimient sirven para aislar el pozo de la atmósfera (para evitar que escapen las moscas y los olores) y para soportar la caseta y el tubo de ventilación.
- La dimensión del hoyo de asentamiento es importante: no debe ser lo suficientemente grande como para que un niño caiga dentro; por lo general se utilizan aberturas en forma de cerradura o de pera con un ancho máximo de 20 cms. Si la postura es sentada, en vez de cuclillas, se puede proveer de un simple asiento con pedestal.
- Es importante que el hoyo de asentamiento no se mantenga cubierto cuando no se está usando la letrina. Si por razones socioculturales o estéticas se requieren cubiertas o tapas de asiento, entonces deben estar separadas de la losa o del asiento a fin de que quede un espacio para aire de por lo menos 25 mm, cuando la cubierta o tapa esté en posición cerrada.



Guía de diseño para letrinas de procesos secos  
Organización Panamericana de la Salud Lima 2005

### Diseño de la caseta

- En las áreas rurales generalmente es más apropiado usar materiales locales tales como barro y zarzos, paja o bloques de tierra secados al sol (adobe), y a menudo el techo se hace de paja. El diseño que se adopta en cualquier localidad depende principalmente de la preferencia social y disponibilidad de materiales; en general la forma de la estructura de la caseta debe ser a nivel arquitectónico similar a las de las casas de la región



### Entrada de la letrina

- Tradicionalmente se ingresa a la letrina a través de un umbral, habiendo una puerta que brinda privacidad al usuario. Es muy importante que esta permanezca cerrada mientras no se utilice la letrina, de dejarse abierta aparecerán moscas que buscan emerger por la fuente alternativa de luz brillante y ya no utilizarán el tubo de ventilación.



### Tubo de ventilación

Para estos tubos se han utilizado con éxito una amplia gama de materiales, como por ejemplo:

- Cloruro de Polivinilo (PVC)
- PVC no plastificado (uPVC)
- Ladrillos
- Bloques huecos
- Caños revestidos con cemento
- Bambú de gran diámetro sin utilizar las divisiones de celdas.

## 6.2 LETRINA ABONERA SECA VENTILADA (LASV)

Denominada LASF, al mejorarla colocándole el tubo de ventilación la conocemos como (LASV).

Su nombre se deriva de LETRINA, porque cumple con la función de eliminar las excretas conforme pasa el tiempo; ABONERA, porque en un tiempo determinado produce un abono orgánico a partir de excretas y ceniza; SECA, porque al añadirle ceniza, tierra seca, o cal, el contenido se seca y alcaliniza (alcalino significa que no es ácido); y FAMILIAR, porque el tamaño está calculado para que una familia promedio de 5-8 personas la llene en un período de 6-8 meses.

### Ventajas



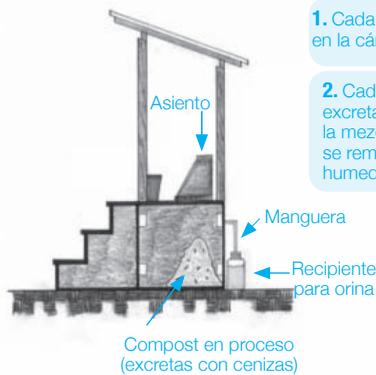
- Procesamiento de las excretas humanas en forma familiar para permitir la producción de los abonos sanitariamente seguros.
- Su construcción es relativamente fácil (no necesita mano de obra calificada) y económica, adaptable a las condiciones de la vivienda rural (usa materiales locales).
- Ocupa poco espacio (2 metros cuadrados), y permite tenerla cerca de la vivienda e inclusive dentro de ella.
- No importa la cercanía de los pozos de agua ni el nivel freático alto, ya que al tener piso fundido y cámaras impermeables, evita la contaminación del agua.
- No necesita agua, un elemento muy escaso y sumamentepreciado en ciertas áreas rurales, ni desagües que podrían contaminar las aguas superficiales o profundas.
- Su mantenimiento es sencillo para una familia campesina.
- Como desecante y alcalinizante puede usarse la ceniza producto de la estufa, o tierra seca mezclada con cal.
- No produce olores desagradables ni permite la proliferación de moscas y otros insectos, evita las enfermedades que se transmiten por las excretas.
- Su uso adecuado impide la proliferación de parásitos intestinales.
- No presenta peligro para los niños de corta edad, pues es difícil que accidentalmente caigan dentro del pozo de la letrina.
- Semestralmente se produce abono orgánico sólido, sanitariamente seguro que mejora los suelos por la adición de materia orgánica que los enriquece y micro nutrientes contenidos en las excretas, ceniza y orina.
- Semanalmente se obtiene un abono líquido producto de la orina, el cual debe dejarse reposar durante 3.5 días.

### Desventajas

- Dada su aparente sencillez es fácil pretender copiar la letrina, pero sin un mantenimiento adecuado puede convertirse en un problema sanitario que se acompaña de olores desagradables, proliferación de moscas y condiciones de insalubridad.
- El uso de la ceniza puede ser una limitante cuando esta es escasa o no se usa leña para cocinar. Sin embargo, puede usarse mezclas de tierra seca con cal. Esto significa un desembolso.
- Toda campaña para masificar el uso de esta letrina debe ir acompañada de un estricto programa de control sanitario y seguimiento tecnológico para garantizar su uso y mantenimiento adecuados.

La siguiente figura ilustra en detalle las partes de esta letrina y como mantenerla.

## LETRINA ABONERA SECA VENTILADA (LASV)



1. Cada vez que se use debe echarse en la cámara un puño de ceniza o cal.

2. Cada semana debe moverse las excretas con la ceniza para mejorar la mezcla entre ambas. Cuando se remueva y se observe cierta humedad, agregar más cenizas.

3. Al echar ceniza, procurar que no caiga sobre el depósito para la orina para que no se tape.

4. La plancha y taza al igual que toda letrina debe limpiarse una vez por semana y permanecer tapada y cerrada.



**Utilización de las excretas secas:** Cada vez que se llene una de las cámaras, cerrarla y utilizar la otra.

Esperar 9 meses para que sequen las excretas y luego utilizar como abono orgánico.

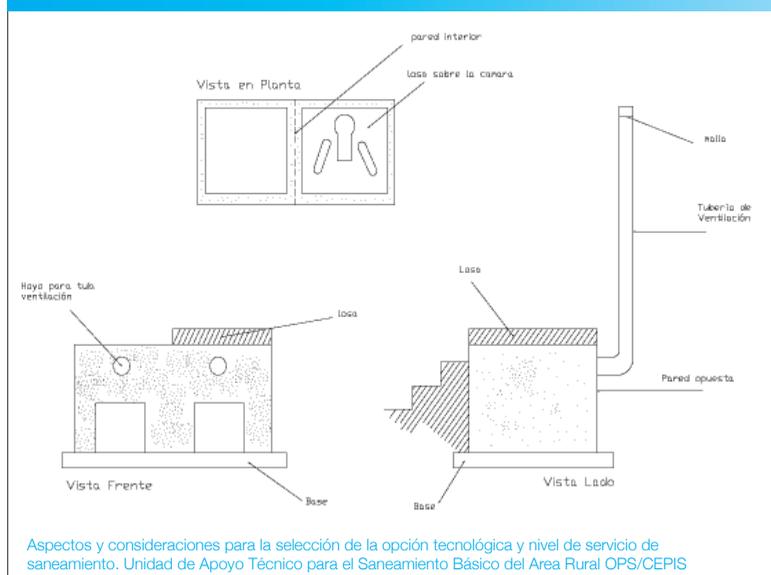
## Partes que componen la letrina (LASF)

(Ver figuras siguientes)

- Dos cámaras separadas por un tabique central, cada una de ellas con un agujero en la parte central superior y una compuerta de descarga en la parte frontal inferior que puede ser de bloque, ladrillo o piedra.
- Una plancha o plataforma de cemento.
- Una taza o sentadero especial con tapadera.
- Canales de polivinilo para conducir la orina.
- Un recipiente con boca angosta para evitar la entrada de moscas o la salida de olores desagradables.
- Una caseta que puede ser de adobe, ladrillo, bloque, caña de bambú o maíz, el techo puede ser de paja o de lámina.
- Un recipiente para la ceniza y otro para los papeles.



## LETRINA COMPOSTERA EN LOTES



Aspectos y consideraciones para la selección de la opción tecnológica y nivel de servicio de saneamiento. Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural OPS/CEPIS

## MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y HERRAMIENTAS

Herramientas	Cantidad
Azadón	2
Pala	1
Cernidor de ¼"	1
Cernidor de 1/6"	1
Cubeta	1
Metro	1
Nivel de Mano	1
Escuadra Grande	1
Martillo	1
Sierra o Cincel	1
Tenaza	1
Desarmador	1
Cucharas de albañilería	2
Planchas	2
SERRUCHO	1
Formón 2"	1
Trépano y broca 3/16"	1
Brocha 2"	1
Machete	1
Juego de moldes	1

### Cámara

Materiales	Cantidad
Bloques De 15 x 20 x 40 cm (ó 100 ladrillos)	62
Cemento (quintal)	4
Varillas de hierro de ¼" x 6 metros	6
Tubo de ¾" de polivinilo (metros)	6
Tubo de polivinilo de ½" (metros)	4
Alambre de amarre (metros)	4
Arena de río (m3)	1

### Caseta

Materiales	Cantidad
Reglas de madera (3"x 4" x6")	6
Tablas de 1" x 10 x 6' (madera)	12
Láminas de zinc de 6"	3
Clavo de 4" (libras)	3
Bisagras de 3" (par)	1
Pasador de 4"	1
Tambos plásticos de 5 galones	2

### Mano de obra

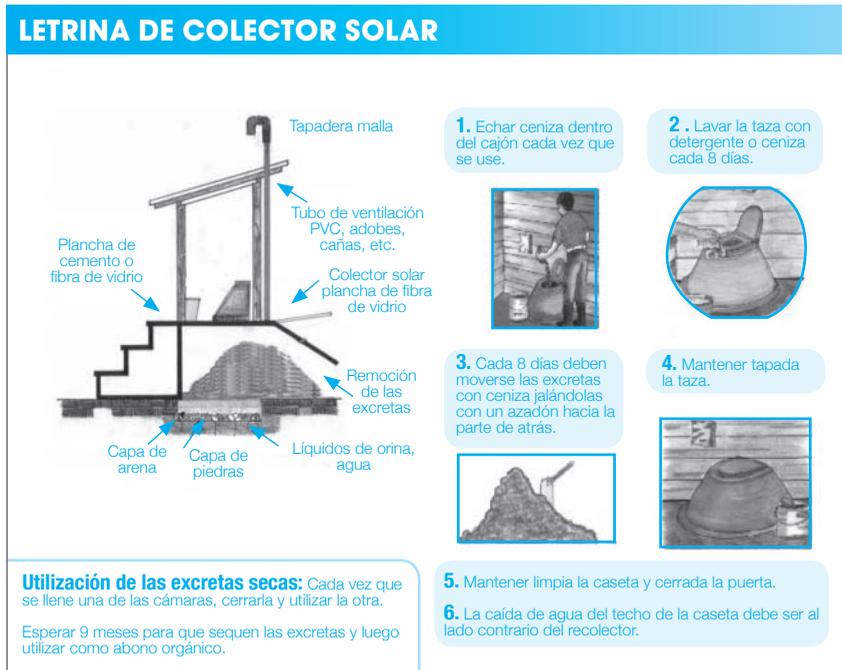
- 2 Albañiles o un maestro de obra con 2 ayudantes
- Construcción de taza, mingitorio y planchas

## 6.3 LETRINA DE COLECTOR SOLAR

Es una cámara seca con filtro para orina, tubo de ventilación y un colector solar. La figura de la página siguiente ilustra en detalle las partes de esta letrina y cómo mantenerla

### Ventajas

- Procesamiento de las excretas humanas en forma familiar para permitir la producción de los abonos sanitariamente seguros.
- Ocupa poco espacio (2 metros cuadrados), y permite tenerla cerca de la vivienda.
- No necesita agua, un elemento muy escaso y sumamente preciado en ciertas áreas rurales, ni desagües que podrían contaminar las aguas superficiales o profundas.



- Su mantenimiento es sencillo para una familia campesina.
- Como desecante y alcalinizante puede usarse la ceniza producto de la estufa, o tierra seca mezclada con cal.
- No produce olores desagradables ni permite la proliferación de moscas y otros insectos, evita las enfermedades que se transmiten por los excrementos.
- La taza se puede lavar con detergente o ceniza cada ocho días.
- Semestralmente se produce abono orgánico sólido, sanitariamente seguro que mejora los suelos por la adición de materia orgánica que los enriquece y micro nutrientes contenidos en los excrementos, ceniza y orina.
- Toda campaña de masificación debe ir acompañada de un estricto programa de control sanitario y seguimiento tecnológico para garantizar su uso y mantenimiento adecuados
- Puede ser que se dificulte en algún caso la obtención de la plancha de fibra de vidrio para el colector solar.
- Cada ocho días debe removerse las excretas con ceniza jalándolas con un azadón hacia la parte de atrás.



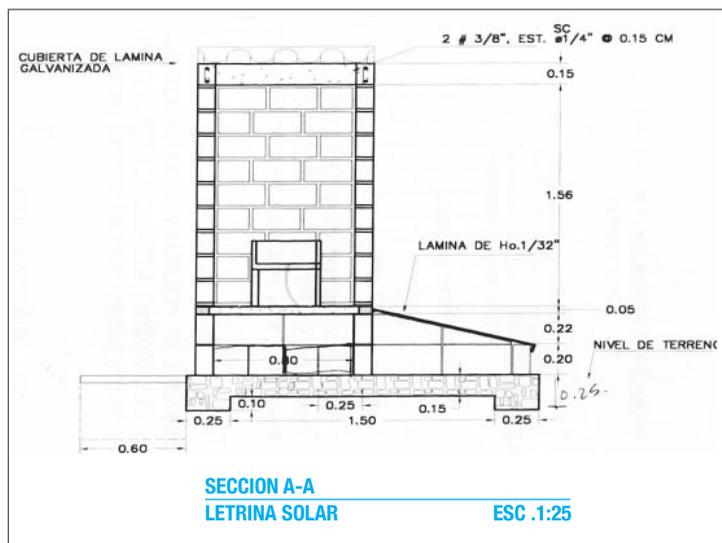
#### Desventajas

- El uso de la ceniza puede ser una limitante cuando esta es escasa o no se usa leña para cocinar. Sin embargo, puede usarse mezclas de tierra seca con cal. Esto significa un desembolso.

## MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y HERRAMIENTAS

Herramientas	Cantidad
Azadón	2
Pala	1
Cernidor de ¼"	1
Malla (metros)	1
Cubeta	1
Metro	1
Nivel de Mano	1
Escuadra Grande	1
Martillo	1
Sierra o Cincel	1
Tenaza	1
Desarmador	1
Cucharas de albañilería	2
Planchas de fibra de vidrio	2
SERRUCHO	1
Formón 2"	1
Trépano y broca 3/16"	1
Machete	1

En la siguiente figura puede apreciarse una sección de la caseta y detalles de la letrina de colector Solar.



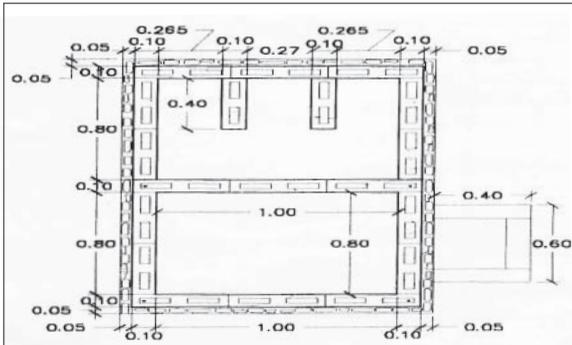
### Cámara

Materiales	Cantidad
Bloques De 15 x 20 x 40 cm (ó 100 ladrillos)	62
Cemento (quintal)	4
Varillas de hierro de ¼" x 6 metros	6
Tubo de ¾" de polivinilo (metros)	6
Tubo de polivinilo de ½" (metros)	4
Alambre de amarre (metros)	4
Arena de río (m3)	1

### Caseta

Materiales	Cantidad
Reglas de madera (3"x 4" x6")	6
Tablas de 1" x 10 x 6' (madera)	12
Láminas de zinc de 6"	3
Clavo de 4" (libras)	3
Bisagras de 3" (par)	1
Pasador de 4"	1
Tambos plásticos de 5 galones	2

En la figura que sigue puede apreciarse la planta de la cámara de la letrina de colector solar, obsérvese los diversos materiales, las cotas y el armado de esta parte importante de la letrina.



**PLANTA DE CAMARA DE LETRINA SOLAR**  
BLOQUE DE CONCRETO 10X20X40 CM

## 6.4 FOSA SÉPTICA

Es uno de los más útiles y satisfactorios procedimientos hidráulicos de evacuación de excretas y otros residuos líquidos procedentes de viviendas individuales, pequeños grupos de casas o instituciones situadas en zonas rurales donde no llegan los sistemas de alcantarillado.

Consiste en un depósito de sedimentación cubierto, en el que la alcantarilla de la vivienda o edificio vierte directamente las excretas. El proceso que se desarrolla en el interior de la fosa séptica constituye el tratamiento primario de los residuos brutos, y el que se efectúa en la zona de evacuación es el tratamiento secundario.

Hay que considerar que cualquier agua residual, incluso la procedente de baños y cocinas, puede enviarse a la fosa séptica sin riesgo de alterar su funcionamiento normal.

### Parámetros de diseño<sup>48</sup>

- Cuando el caudal de aguas residuales oscila entre 1900 y 5700 Litros/día, la capacidad de la fosa séptica deberá ser como mínimo igual a la afluencia de aguas negras durante un día y medio.

<sup>48</sup> Wagner, E.G., Lanoix, J.N., Evacuación de excretas en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades, Organización Mundial de la Salud, Ginebra 1960.

- Cuando el caudal de aguas residuales oscila entre 5700 y 37850 Litros/día, la capacidad útil mínima del tanque deberá ser de 4260 L más el 75 % de la afluencia diaria de aguas residuales, como indica la fórmula:

$$V = 4260 + 0.75 Q$$

Donde:

V es el volumen útil de la fosa en litros  
Q = la afluencia diaria de aguas residuales en la misma unidad.

- Cuando la afluencia de aguas residuales es superior a 37850 L por día, es preferible utilizar tanques IMHOF para la depuración primaria en vez de Fosas Sépticas.

## MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y HERRAMIENTAS

### Materiales

Arena de Río

Arena Amarilla

Piedrín

Madera

Block Pómez de 20 x 20 x 40

Cemento

Cal Hidratada

Hierro No 2

Hierro No 3

Alambre

Clavo

Tubería PVC Ø 4"

Te de 45 Ø 4"

Tapón de Limpieza

### Herramientas

Azadón

Pala

Piocha

SERRUCHO

Carreta

Alicate

Machete

### Dimensiones y otros datos importantes

La fosa debe construirse en la forma más simple con todas sus partes accesibles y susceptibles de ser aseadas, evitando el empleo de mecanismos o piezas móviles, pero asegurando la perfecta automaticidad de funcionamiento.

Toda fosa debe ser estucada interiormente con mortero de cemento puro antes de su fraguado inicial. Entre la cara inferior de la cubierta de la fosa y el nivel máximo del agua deberá dejarse un espacio de 0.25m como mínimo (preferible 0.40m), para la acumulación de gases, materias flotantes y costra que se genera.

La fosa séptica estará provista de una tapa de registro impermeable y hermética de no menos de 0.60m de diámetro, que permita el acceso de un hombre y la extracción de los lodos. Normalmente, y debido a las pendientes de las cañerías, la fosa séptica suele estar a bastante profundidad. En este caso, el acceso se hace a través de los escalones de una chimenea (tubo de 0.60m de diámetro).

Las aguas negras domiciliarias llegan a la fosa séptica por medio de una "T" que descarga verticalmente a una profundidad no inferior a 0.60m del nivel de agua. La "T" se coloca inmediatamente después de la tapa de registro y dispone de un tapón que permite el varillaje (limpieza) en caso de obstrucciones. La salida del agua sedimentada se efectúa también a través de una "T" colocada en el extremo opuesto y que penetra por lo menos un metro.

La cabeza superior se deja destapada y colocada en el espacio libre existente entre la cara inferior de la cubierta y el nivel del agua, a fin de que permita el escape de los gases por la cañería del efluente de la fosa séptica. Es posible utilizar tabiques difusores o pantallas de reemplazo de las "T" de entrada y salida.

El cálculo de la fosa séptica se puede simplificar si se supone lo siguiente:

- **Altura útil**
  - 1.70 metros hasta 19 personas.
  - 2.00 metros hasta 35 personas.
  - 2.30 metros hasta 50 personas.
  - 2.50 metros hasta 100 personas.
- **Período de retención**
  - 12 a 24 horas.
- **Gasto**
  - 150-200 L/hab/día
- **Relación Largo/ancho**
  - 2
- **Lodo acumulado por persona y por período de limpieza (dos años)**
  - 30 a 60 litros.

### Operación y Mantenimiento

- Los lodos acumulados en la fosa séptica deben extraerse periódicamente; de lo contrario disminuye el volumen útil y origina algunos trastornos, entre los cuales destacan:
  - » disminución del período de retención y, por consiguiente, aumento de la velocidad del flujo, lo cual causa el arrastre de materias sedimentables y mayor velocidad de colmatación de los sistemas de tratamiento secundario;
  - » Obstrucción de los conductos de entrada del agua servida o de salida del agua sedimentada.
- Para extraer el lodo es preciso abrir la tapa de la fosa séptica y hacer la succión a través de la manguera de aspiración de una bomba que evacúa los lodos a un estanque hermético, montado sobre un camión. Antiguamente, la limpieza se efectuaba en forma manual, con los inconvenientes de prever.

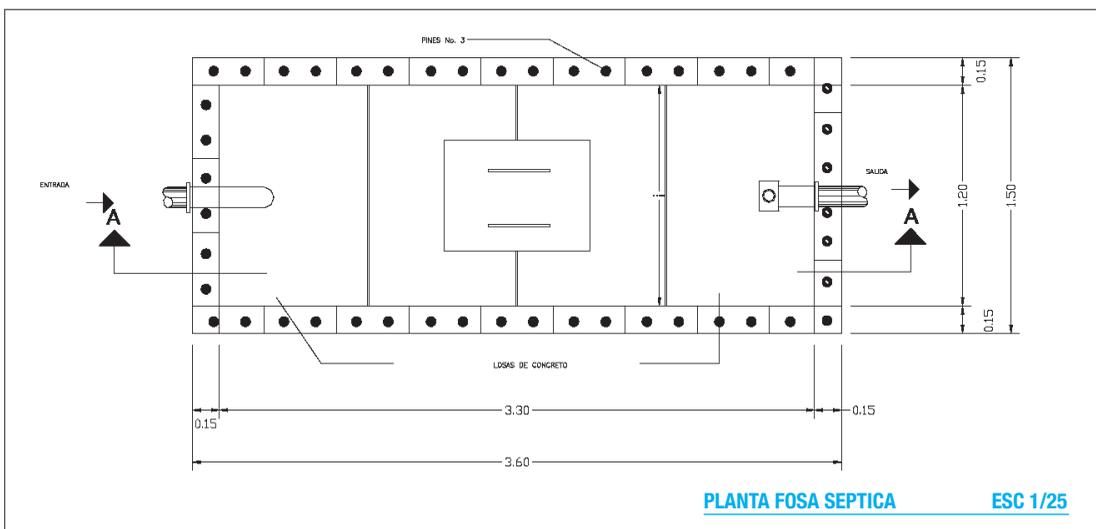
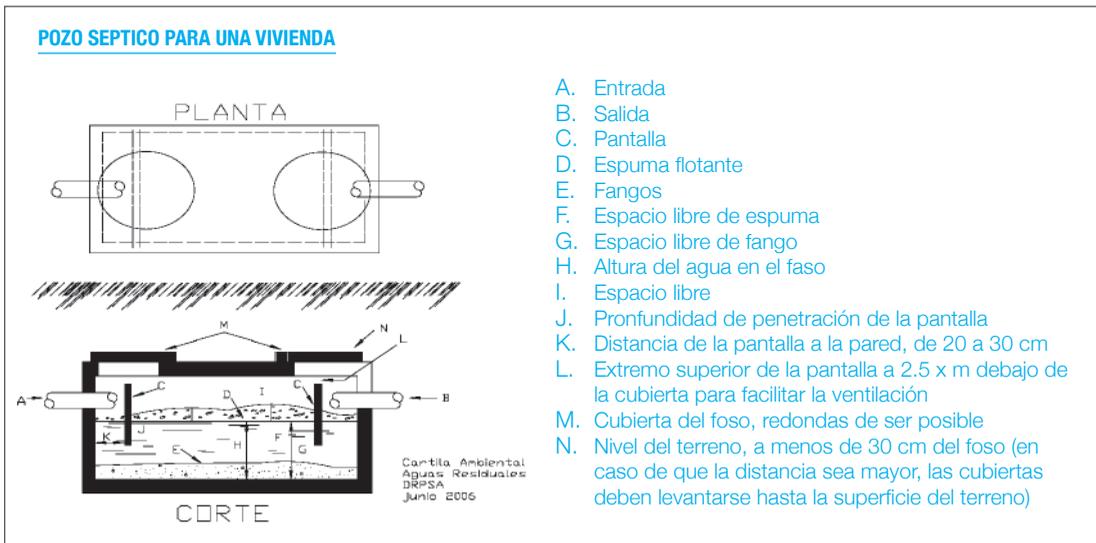
- Debe tenerse especial cuidado en que la iluminación del interior de la fosa séptica se haga por una bombilla eléctrica o linterna; de lo contrario, se puede originar una explosión ocasionada por la combustión del metano acumulado en la parte superior de la fosa.
- Se recomienda a todos los propietarios que tengan viviendas con fosa séptica mantener un plano de ubicación, con el propósito de destruir al mínimo los jardines o prados bajo los cuales se encuentra la referida unidad cuando para efectuar la limpieza se busca la tapa,
- Los lodos extraídos de la fosa séptica no deben utilizarse como

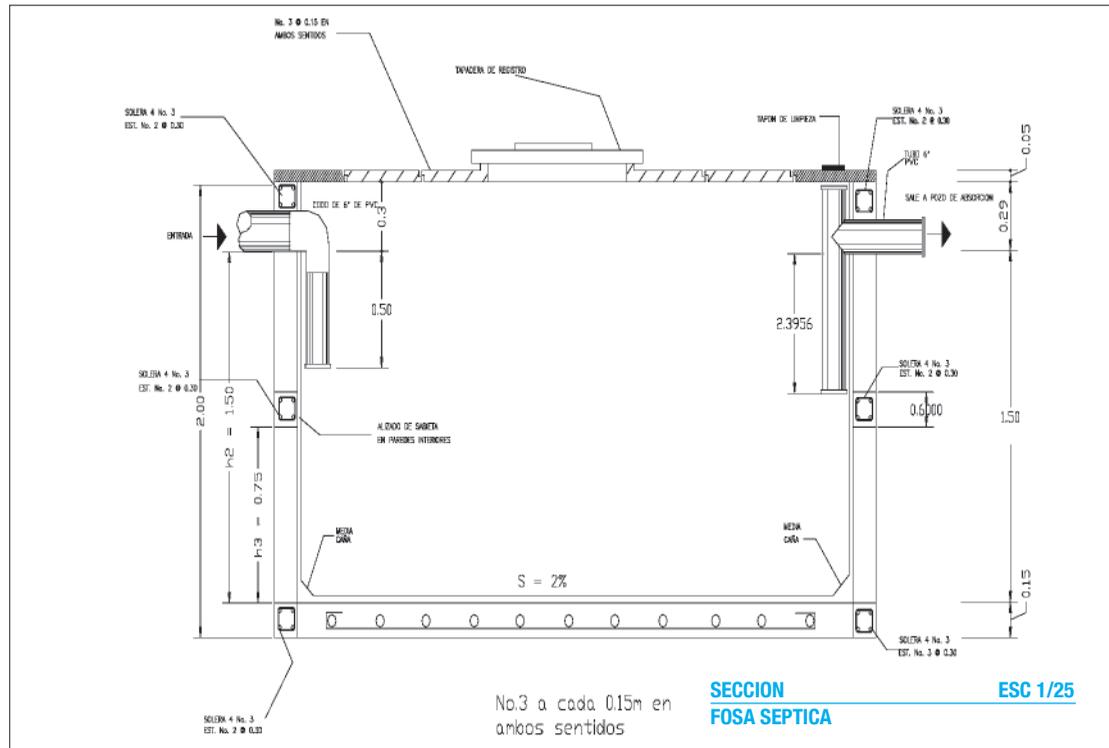
abono, porque tienen materia orgánica semidigerida y aún fresca.

- Si se ha empleado una fosa séptica de dos compartimientos, el compartimiento de entrada debe tener una capacidad igual a la mitad o a dos tercios de la capacidad total de la fosa séptica, sin que sea inferior a 1900 litros.<sup>49</sup>

En las siguientes figuras se presentan partes y planos de la fosa séptica

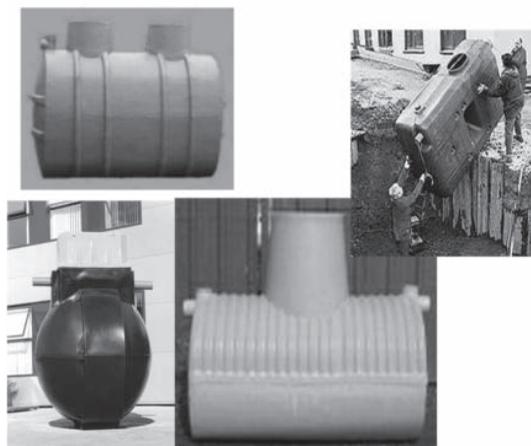
<sup>49</sup> Unda Opazo, Ingeniería Sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública, Editorial LIMUSA, México 1998, 968 páginas.





### Sistemas prefabricados

Existen en el mercado una gran variedad de tanques prefabricados que ofrecen cubrir las necesidades básicas de un tratamiento primario de los excrementos y aguas residuales, ante tal situación se recomienda considerar siempre los parámetros de diseño, anteriormente citados; como el volumen, el tiempo de retención, período de limpieza, etc.



TANQUES SEPTICOS PREFABRICADOS

## 6.5 TRAMPA DE GRASAS

La trampa desgrasadora es un pequeño tanque despumador provisto de una tubería de entrada sumergida y de una tubería de salida que parte desde cerca del fondo.

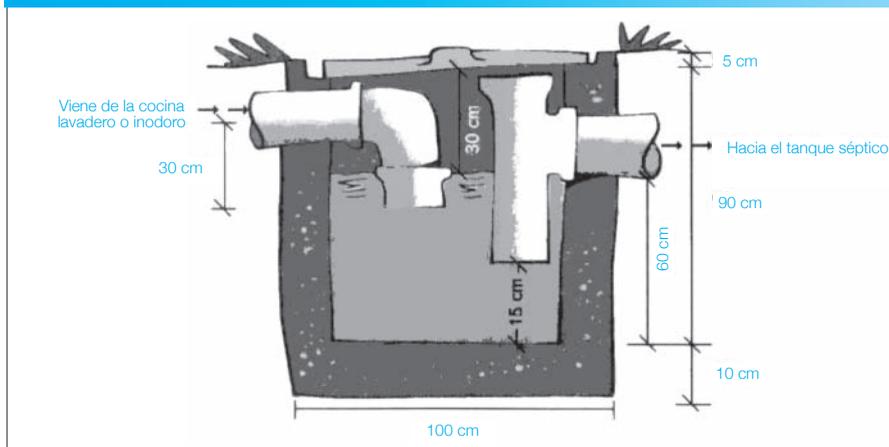
### Funcionamiento

Se basa en el principio de que el líquido residual que va entrando es más caliente que el que contiene el tanque y se enfría al llegar a este, lo cual hace que la grasa se solidifique y flote sobre la superficie de donde se extrae periódicamente para enterrarla.

### Acceso

El acceso a las trampas de grasa debe ser fácil con objeto de poder efectuar las operaciones de inspección y limpieza. Los conductos de entrada y salida deben

## TRAMPA DE GRASAS



estar lo más lejos posible el uno del otro para evitar que se establezca entre ellos una corriente directa y la parte situada bajo el nivel de evacuación no debe tener una profundidad menor de 60 centímetros.

## MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y HERRAMIENTAS

El material de construcción puede ser metal, ladrillo, hormigón, o tubos de hormigón o de arcilla vitrificada.

### Materiales

Arena de río

Ladrillo tayuyo

Piedrín 1"

Madera

Tee de 45 3"diámetro

Cemento

Cal hidratada

Hierro No. 2

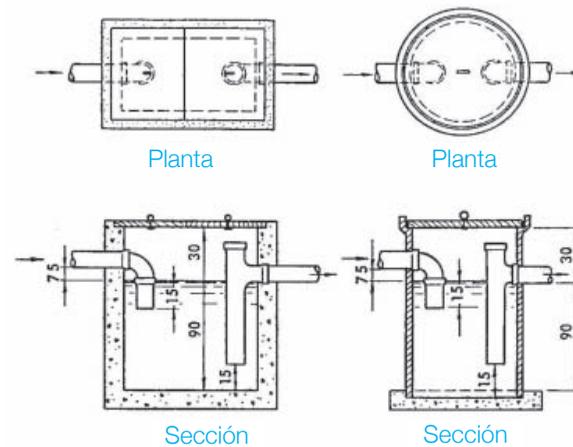
Hierro No. 3

Alambre

Clavo

Tubería PVC 3"diámetro

## TIPOS DE TRAMPAS DESENGRASADORAS



Adaptado del Manual of septic-tan, con la debida autorización. Las medidas se expresan en cm.

### Herramientas

Azadón

Pala

Piocha

SERRUCHO

Carreta

### Prefabricadas

Ya existen en el mercado este tipo de trampas de grasa, se sugiere revisar las especificaciones de uso, operación y mantenimiento de las mismas para su optimización.

TRAMPAS DE GRASA (PREFABRICADAS)



## 6.6 POZO DE ABSORCIÓN

El pozo de absorción es un hoyo circular excavado en el suelo a suficiente profundidad para que penetre 1.8 metros o más en una capa de tierra porosa.

El pozo de absorción o filtración recibe el efluente de las letrinas de pozo anegado, y fosas sépticas y permite que se infiltre en el terreno.

A veces se emplea para la evacuación de residuos de lavaderos, baños y cocinas, en este último caso, conviene instalar una trampa de grasa en la tubería de evacuación de la casa.

Suele tener un diámetro de 1 a 2.5 metros y una profundidad de 2 a 5 metros. Las paredes laterales están revestidas con ladrillo o piedras sin mortero por debajo de la tubería de la entrada. El hoyo puede rellenarse con piedra, en cuyo caso no se necesita revestimiento.

El pozo de absorción debe cerrarse con una tapa hermética que impida el acceso de los mosquitos y de las moscas, así como la entrada de aguas superficiales. La duración útil de un pozo de absorción suele ser de varios años (de 6 a 10), si el efluente no es muy turbio.

Cuando un pozo de absorción deja de funcionar, debe excavarse otro a varios metros de distancia. La distancia entre cada pozo deberá ser por lo menos tres veces mayor que el diámetro del pozo más ancho.

Se pueden excavar dos o tres pozos simultáneamente y conectarlos por la parte superior.

### Normas generales

- Para evitar todo tipo de contaminación bacteriana, la distancia que debe existir entre el pozo de absorción y el suministro de agua o de de la vivienda debe ser como mínimo 15 metros.
- Para evitar la contaminación química, la distancia entre un pozo de absorción y uno de agua potable no debe ser menor de 45 metros, por lo menos de los cimientos de las viviendas.
- En los suelos homogéneos la posibilidad de que se contaminen las aguas subterráneas es completamente nula, si el fondo del pozo está a más de 3 metros por encima de la capa de aguas freáticas.
- Es importante instalar el pozo de absorción a un nivel más bajo que un pozo de agua, o al menos a la misma altura, y evitar si ello es posible, instalarlo directamente encima
- El pozo deberá instalarse de preferencia en terreno seco y por encima del nivel de las inundaciones
- Los alrededores inmediatos del pozo deben estar limpios de toda vegetación, así como de toda clase de desechos y escombros.

## MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y HERRAMIENTAS

### Materiales

Arena de Rió

Arena Amarilla

Piedrín 1"

Madera

Piedra bola de 4" a 6"

Cemento

Cal Hidratada

Hierro No 2

Hierro No 3

Alambre

Clavo

Tubería PVC Ø 6"

Te de 45 Ø 6"

Ladrillo tayuyo

### Herramientas

Azadón

Pala

Piocha

SERRUCHO

Carreta

Alicate

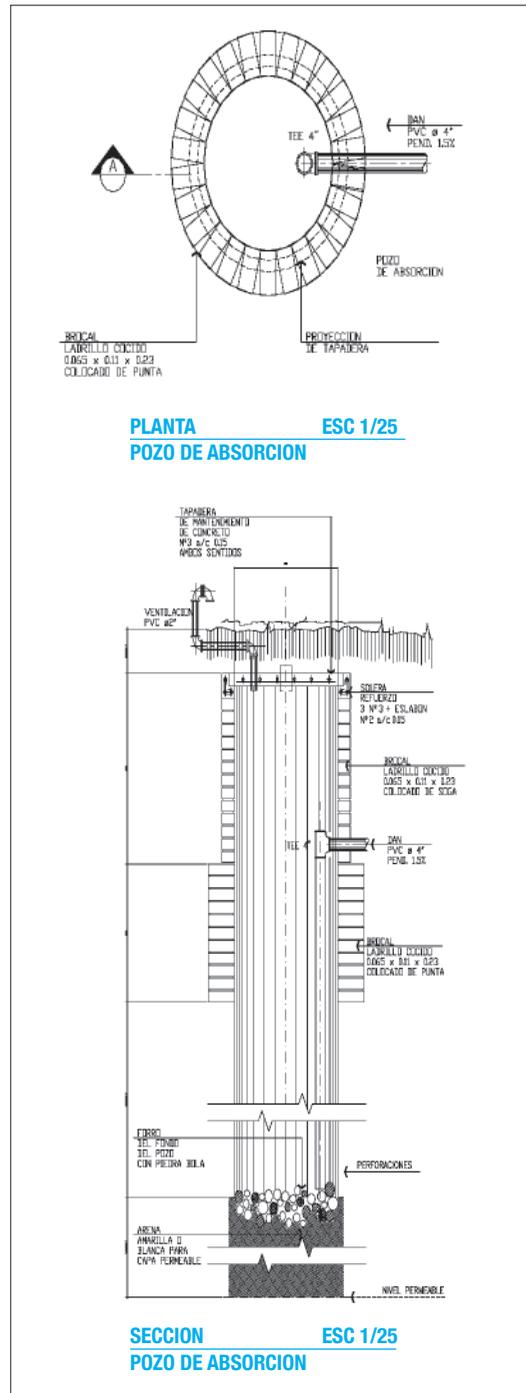
Machete

En la siguiente figura se ilustra lo mencionado en la página anterior.

Debido a las pendientes de las cañerías y a la fosa séptica, la loza del pozo se encuentra de ordinario a 1.30m o más, por debajo del nivel de la superficie del terreno.

El pozo de absorción solo se recomienda en los siguientes casos:

- Cuando se vacían sólo aguas de lavado, desagües de piscinas o aguas pluviales;



- Para efluente de fosa séptica;
- Se dispone de bastante terreno;
- Como solución transitoria.

Para determinar la profundidad del pozo debe hacerse la prueba de absorción a diferentes profundidades, y generalmente el término medio del coeficiente obtenido sirve para determinar las características absorbentes de un sector del terreno.

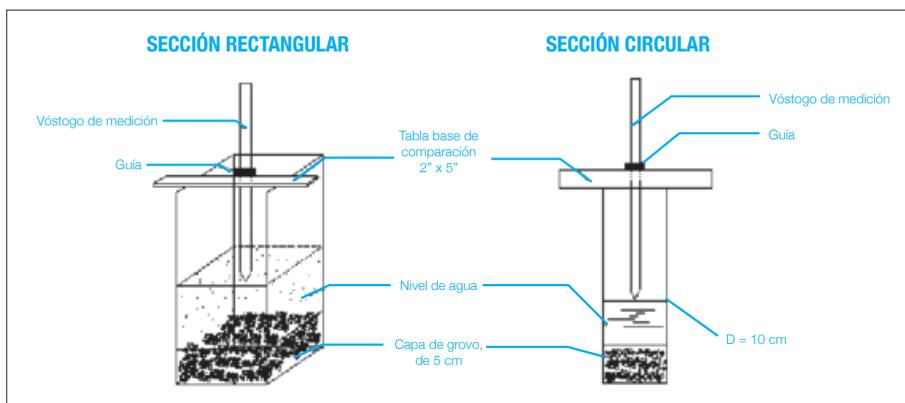
**Prueba de absorción**

Para efectuar la prueba de absorción, a medida que se va excavando el pozo y a diferentes profundidades se hacen excavaciones de 0.30 x 0.30m de base por 0.35m de profundidad, a fin de obtener una cifra media.

Después de extraer la tierra desprendida se coloca en el fondo una capa de 5 cm de arena gruesa o gravilla; luego se llena con agua y se deja se filtre totalmente. Luego se vuelve a llenar, de modo que el agua permanezca en él por lo menos cuatro horas,

y de preferencia por la noche, para que el terreno se sature.

Posteriormente se ajusta la altura del agua hasta una profundidad de 0.15m y se determina el tiempo que tarda en bajar 2.5 cm, o velocidad de filtración, midiendo el descenso después de treinta minutos para terrenos normales o de diez minutos para terrenos arenosos o muy permeables. Si, por ejemplo, el nivel de agua desciende 0.25m en treinta minutos, la velocidad de filtración es de tres minutos (tiempo que tarda en bajar 2.5cm). Con esta velocidad de filtración se determina el coeficiente de absorción.



En la figura anterior podemos apreciar el esquema para la verificación de la prueba de infiltración.

La siguiente tabla reproduce los coeficientes de absorción del terreno para un gasto de 190 L/h/d. Si el consumo de agua es distinto al indicado, las cifras variaran

proporcionalmente. Para calcular la dimensión del pozo no debe considerarse el fondo de excavación porque se colmata rápidamente, sino la superficie de los taludes bajo la línea de agua, determinada por el nivel de la cañería de llegada. Si parte del terreno es impermeable, debe restarse la superficie correspondiente.

**TABLA<sup>49</sup>: COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DEL TERRENO (CÁLCULO DE POZO DE ABSORCIÓN PARA GASTO DE 190L/h/d)**

Tiempo en minutos para que el nivel del agua baje 2.5cm (prueba de absorción)	Superficie de filtración requerida por persona y día en m <sup>2</sup> (K <sub>1</sub> )
1	0.88
2	1.08
5	1.44
10	2.25
30	4.50
Más de 30	Terreno inadecuado

49 Unda Opazo, Ingeniería Sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública, Editorial LIMUSA, México 1998.968 páginas.

Conocido el coeficiente de absorción, la profundidad del pozo se determina con base en la siguiente fórmula<sup>50</sup>:

$$H = (K_1 \times N) / (\pi \times D)$$

Donde:

H = Profundidad del pozo en metros.

$K_1$  = Coeficiente de absorción en  $m^2$ /persona/día

N = Número de personas servidas

D = Diámetro medio del pozo en metros.

Es importante destacar que la duración de un pozo absorbente es muy prolongada y puede servir fácilmente durante seis, ocho o diez años en operación continua, siempre que la fosa séptica opere en perfectas condiciones, y por consiguiente, entraña limpiezas periódicas (máximo cada dos años) aunque la instalación domiciliaria no acuse fallas en su funcionamiento.

Se recomienda que la tabla de la base se mantenga en un mismo sitio cuidando de no moverla durante la prueba.

Cualquiera que sea la causa por la cual el pozo de absorción se llene, no hay posibilidad práctica económica de efectuar una limpieza, y por consiguiente, se debe recurrir a la construcción de otra unidad. Sin embargo es frecuente que se presenten situaciones que requieran una atención de urgencia. Para estos casos se aconsejan dos soluciones, ya sea que se trate de un período corto de funcionamiento o para un tiempo más prolongado.

El agregar unos 45 a 60 litros de ácido sulfúrico comercial al pozo absorbente colmatado disuelve las grasas adheridas a las paredes del pozo y permite que siga absorbiendo líquido por un tiempo relativamente corto, que varía desde varias semanas a algunos meses. La segunda solución, y que tal vez puede

ser satisfactoria para operar un período razonable, consiste en agregar al pozo una serie de drenes radiales que infiltran el exceso de líquido que no evacua esa unidad absorbente, la que prácticamente pasa a ser una segunda cámara de sedimentación.

## 6.7 SUMIDEROS

Los sumideros pueden construirse en suelos compactos e impermeables (suelos arcillosos), en los que el coeficiente de infiltración es superior a 60. Según el trazado del terreno puede construirse uno o varios pozos de absorción o sumideros, dependiendo de la filtración del terreno.

El Sumidero es un hoyo cuadrado que varía de 50 centímetros a 1 metro por lado, dependiendo casi siempre del tipo de suelo, este a su vez hay que llenarlo con piedras grandes y pequeñas, dejando espacios para que se filtre el agua y no se rebalse el hoyo.

### Ventajas

- Económico y fácil de hacer
- El mantenimiento es mínimo.
- Pueden construirse cerca de las viviendas
- Evita la contaminación y elimina los criaderos de zancudos y mosquitos.

### Desventajas

- No tienen mucha capacidad y pueden llenarse fácilmente.
- Hay que limpiar constantemente la trampa de grasas.

<sup>50</sup> Coeficientes de absorción del terreno. (Reglamento General de Alcantarillados Particulares, Chile).

## MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y HERRAMIENTAS

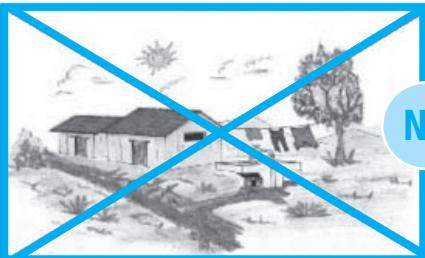
Materiales	Cantidad
Piedra bola de 3"	0.25
Piedra bola de 2"	0.25
Arena	0.5
Tubo de PVC o Cemento Ø 4"	variable
Cemento	1
Piedrín	0.25

Herramientas	Cantidad
Machete	1
Azadón	1
Martillo	1
Cinzel	1
Cucharas de albañilería	2
Metro	1
SERRUCHO	1

La siguiente figura ilustra lo mencionado

### SUMIDEROS

Se conoce como aguas grises a todas aquellas que son producto del lavado de ropa y trastos, así como de los redaderos.



NO

Para evitar problemas de contaminación en la comunidad y poner en riesgo la salud de las personas es necesario eliminar los criaderos de zancudos y mosquitos, para evitar la transmisión de enfermedades.

Esto se logra canalizando adecuadamente las aguas grises o sevidas hacia pozos de absorción o sumideros, dependiendo de la capacidad de filtración del suelo.

El sumidero es un hoyo cuadrado que varía de 50 centímetros a 1 metro por lado, dependiendo del tipo de suelo, éste está lleno con piedras grandes y pequeñas, procurando que quede espacio suficiente para que se filtre el agua y no se resbale el hoyo.

El único mantenimiento que hay que hacerle al sumidero es revisar que el agua se esté filtrando en la tierra, si éste se rebalsa, sellar con una tapadera de concreto u construir otra.



## 6.8 ZANJAS DE ABSORCIÓN/ ZANJA SANITARIA/ SISTEMA DE DRENAJE

Este es el método que se emplea con más frecuencia cuando se trata de pequeñas casas. Consiste sencillamente en dispersar el efluente del depósito en la capa superior del terreno por medio de tuberías con juntas abiertas, colocadas en zanjas cubiertas de tierra.



De ese modo el efluente se purifica por la acción de las bacterias aerobias saprofitas que existen en el suelo y se infiltra por el terreno.

Este sistema se utiliza de preferencia cuando hay acuíferos relativamente superficiales y estratos impermeables a poca profundidad, se recomiendan cuando la prueba de infiltración es mayor de 30 minutos para

infiltrar 2.5 cms y menor de 60 minutos para infiltrar los 2.5 cms.

### Ventajas

- Económico, fácil de hacer y el mantenimiento es mínimo.
- Pueden construirse cerca de las viviendas.
- Evita la contaminación y elimina los criaderos de zancudos y mosquitos

### Desventajas

- No se puede utilizar si el subsuelo no es poroso
- El nivel de las aguas subterráneas no deberá estar a menos de 1.20 metros de la superficie.
- No es aplicable en los suelos arcillosos impermeables ni en los terrenos pantanosos.

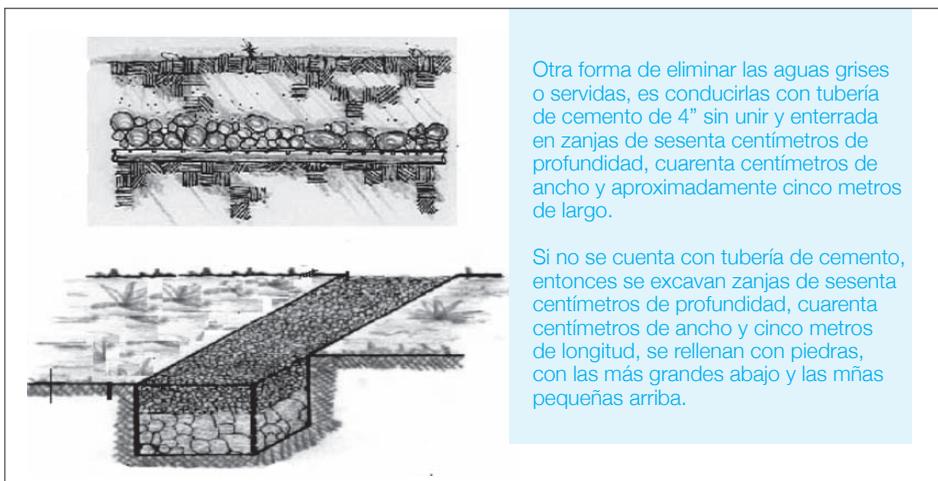
Las zanjas de absorción o zanjas sanitarias se utilizan para aprovechar las aguas grises para riego, funcionando de la misma forma que los sumideros, es decir, filtrando el agua hacia la tierra.

El sistema de drenaje debe iniciarse a una distancia razonable de la fosa séptica, unido por un tubo impermeable de 3m de longitud como mínimo, a fin de asegurar que la humedad no perjudique la resistencia del terreno donde se halla la fosa séptica.

Las cañerías que se usan para los sistemas de drenajes tienen de 3" a 4" de diámetro y se colocan con pendiente de 0.16 a 0.50%. La altura mínima del ripio bajo los tubos es de 0.15 a 0.20m.

Existen diferentes formas de colocar los tubos, lo cual está sujeto principalmente a la topografía y a las características del terreno. La separación entre filas paralelas de tubos no debe ser inferior a 1.85m, recomendándose una distancia no inferior a 3.0m para el drenaje de 1m de profundidad. Los tubos de cemento comprimido pueden reemplazarse por tubos perforados o porosos construidos con gravilla y cemento.

Se diseñan diferentes formas de distribución como por ejemplo, sistemas de tuberías con ramales paralelos, sistemas de pata de gallo u otro que permita el terreno.



Otra forma de eliminar las aguas grises o servidas, es conducir las con tubería de cemento de 4" sin unir y enterrada en zanjas de sesenta centímetros de profundidad, cuarenta centímetros de ancho y aproximadamente cinco metros de largo.

Si no se cuenta con tubería de cemento, entonces se excavan zanjas de sesenta centímetros de profundidad, cuarenta centímetros de ancho y cinco metros de longitud, se rellenan con piedras, con las más grandes abajo y las más pequeñas arriba.

El sistema de drenaje también se puede utilizar con buen éxito en campos de deportes, jardines, prados, etc., ya que la capilaridad permite mantener una vegetación conveniente.

Para determinar la longitud de la cañería de drenaje se efectúa la misma prueba de absorción descrita para el pozo de absorción, y con base en la siguiente tabla se puede calcular la longitud correspondiente.

**TABLA: COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DEL TERRENO  
(CÁLCULO DEL SISTEMA DE DRENAJE/ ZANJA DE ABSORCIÓN)**

Indice de infiltración del terreno, tiempo en minutos requerido para que el agua descienda 2.5 cm.	Superficie de absorción necesaria, metros cuadrados de fondo de zanja de absorción por persona servida, para un gasto de 190 L/h/d.	Longitud aproximada de la cañería, 3 o 4" por persona, para un gasto de 190L/h/d y ancho de la zanja de 0.45m. <sup>51</sup>
2, o menos	2.30 m <sup>2</sup>	5.1m
3	2.80	6.2
4	3.25	7.2
5	3.50	7.8
10	4.65	10.4
15	5.35	11.9
30	7.00	15.5
45	8.45	18.8
60	9.30	20.7
Más de 60	No conveniente	-

51 Para otro ancho de la zanja, el coeficiente  $K_4$  se encuentra dividiendo el valor dado en la segunda columna por el ancho de la zanja en metros.

La longitud de la tubería del sistema de drenaje o de la zanja de absorción se encuentra multiplicando  $K_4$  por el número de personas:

$$L = N \times K_4$$

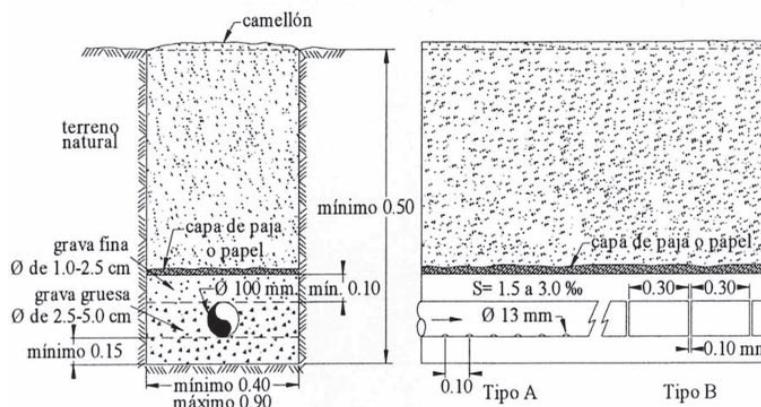
Donde:

- L = Largo total en metros de la tubería del sistema de drenaje.
- N = número de personas servidas.
- $K_4$  = coeficiente de absorción del terreno en metros por persona

Para calcular las paredes de las zanjas requeridas (en m<sup>2</sup>); se divide el caudal del efluente en Litros /día entre la tasa de infiltración (L/m<sup>2</sup>/d).

Recordemos que la zanja tiene dos lados, para calcular la longitud de la zanja requerida, se divide la mitad del área de la pared entre la profundidad efectiva de la zanja (la cual se considera normalmente de 1 metro).

La anterior figura ilustra los componentes y sus dimensiones dentro de la zanja de infiltración, no olvidar que esta tecnología es aplicable cuando la napa freática no es muy alta, y si existe suficiente terreno para aprovechar el área del mismo. Un punto clave es la existencia y el cuidado de la fosa séptica, ya que sin ello, la vida de las zanjas de infiltración podría ser diezmada.



## Tratamiento de aguas residuales de sistemas que usan tuberías de desagües

### 6.9 BIOFILTRO<sup>52</sup>

Hay varios esquemas para tratar las aguas grises, dependiendo del uso final que se le pretenda dar. Por ejemplo, los denominados “filtro jardinera” o “filtro biológico” consisten de una trampa que retiene las grasas provenientes (principalmente de la cocina) para luego conducirlo a una jardinera impermeable, donde se siembran plantas de pantano, las cuales se nutren de los fosfatos presentes en los detergentes y de la materia orgánica, permitiendo la recuperación de hasta un 70% del agua, la misma que puede ser utilizada para irrigación. El agua sale mucho más limpia que cuando ingresó al filtro y puede ser utilizada para riego de árboles, jardines o plantas de ornato. Del 30% restante, las plantas utilizan una parte para su crecimiento y se evapora otra.

El tratamiento de aguas grises en el suelo es altamente eficiente porque posibilita ampliar las áreas verdes en áreas donde no se puede realizar un tratamiento convencional permitiendo recargar los mantos acuíferos, sembrar y mantener plantas aun en tiempos de sequía.

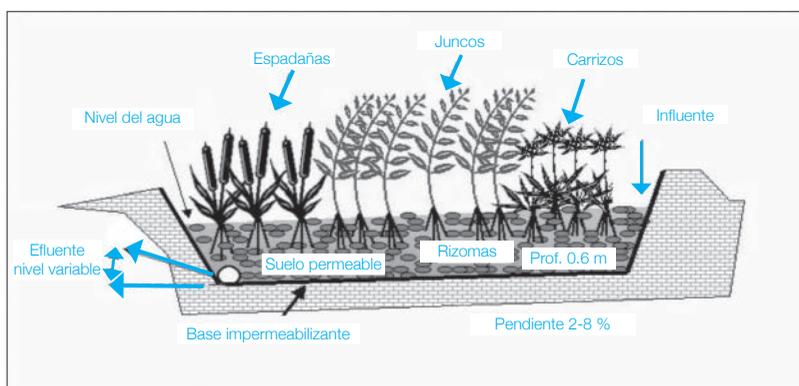
52 Rojas, Ricardo, CEPIS-OPS/OMS, “Tratamiento de Aguas Grises”. Presentación taller de tecnologías de saneamiento, poblaciones rurales dispersas. Girardot, Colombia, mayo 2006.

El biofiltro es un humedal artificial de flujo superficial o subterráneo sembrado con plantas de pantano en la superficie del lecho filtrante, por donde las aguas residuales pre tratadas fluyen en forma horizontal o vertical.

Durante su paso a través de las diferentes zonas del lecho filtrante, el agua residual es depurada por la acción de microorganismos que se adhieren a la superficie, y por otros procesos físicos como la filtración y la sedimentación. Usualmente, los biofiltros son utilizados para poblaciones de hasta 10.000 habitantes. Se usan después de un tratamiento primario (tanque séptico, Inhoff o laguna).

Los biofiltros constan principalmente de los siguientes componentes:

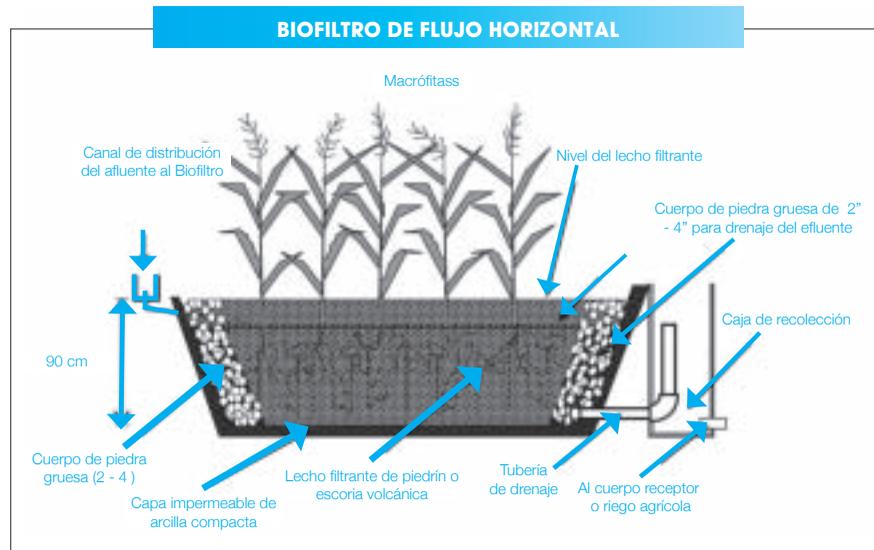
- Las plantas de pantano (ver figura siguiente)
  - Raíces que proporcionan una vía o ruta hidráulica, llamada rizósfera.
  - Tratamiento aeróbico en la rizósfera, y anaeróbico en el suelo circundante.
- El lecho filtrante
  - Alta superficie de contacto para bacterias y adecuada capacidad de filtración.



- Alta resistencia física y química contra el desgaste.
- **Microorganismos**
  - Mas de dos mil diferentes tipos de microorganismos presentes en el lecho filtrante. Principales

responsables de la degradación aeróbica y anaeróbica de la materia orgánica.

La siguiente figura presenta en detalle las diferentes partes del biofiltro



### 6.9.1 Filtros Jardinera<sup>53</sup>

Como ya se mencionó, inicialmente las aguas grises se reciben en una trampa de grasas. La trampa tiene dos funciones: retener las grasas, que forman una nata en la superficie del agua, y sedimentar los sólidos, que asientan en el fondo. De esta forma, la trampa protege el filtro, pues evita que éste se tape.

El agua previamente tratada sale de la trampa de grasas y se dirige hacia una jardinera impermeable que cuenta con tres secciones. Las secciones de entrada y salida están rellenas de material grueso (grava volcánica o porosa es aconsejable) y sirve para distribuir el agua uniformemente cuando ésta entra y sale del filtro. De preferencia se debe seleccionar el material de mayor diámetro en la entrada para prolongar su vida útil.

53 Buenfil, Jacinto, Biofiltro, La Jardinera que Filtra Aguas Grises para Reciclarlas. El Taller de Artes y Oficios AC, -Sasar transformación SC., México, 2006. 10 páginas.

La sección central o intermedia se rellena de arena mezclada con tierra y es donde se siembran las plantas de pantano. En esta sección se atrapan los sólidos más pequeños y el agua fluye lentamente, lo que aumenta el tiempo de retención del filtro. Este factor es muy importante ya que entre más tiempo pase el agua dentro del filtro, mayor será su tratamiento.

#### Diseño del Filtro Jardinera

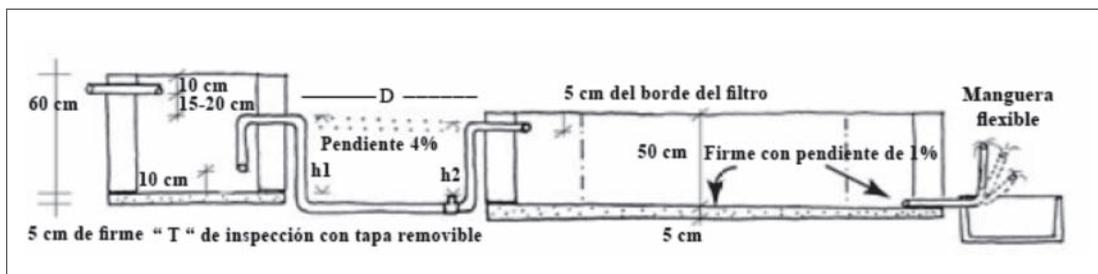
Para una familia de 4 a 5 personas, debe calcularse un metro cúbico de volumen total de jardinera, con una profundidad interior no mayor a 60 cm. Por ejemplo, las jardineras podrían tener las siguientes medidas: 2 x 1 x 0.5m o 1.5 x 1.33 x 0.5m (largo, ancho y alto, respectivamente).

Se recomienda construir la jardinera de tabique, con repellado fino al interior y con un firme de 5 cm. También es recomendable construir el firme con una leve pendiente para garantizar el escurrimiento adecuado del agua.

En la siguiente figura podemos notar lo importante que es construir previamente una trampa de grasas además, apreciamos dimensiones y componentes del filtro jardinera.

La entrada del agua pretratada (proveniente de la trampa de grasas) debe quedar en la parte superior de la jardinera, de preferencia

a unos 5 cm debajo del borde. En el interior, la entrada de agua puede hacerse de dos formas: directamente dentro del material filtrante (grava volcánica o porosa) o conectando un tubo de distribución –un tubo de PVC de dos pulgadas, con perforaciones hechas con taladro y broca, de aproximadamente 0.5 cm, espaciadas cada 4 o 5 cm a todo lo largo del mismo.



El tubo de distribución se conecta al tubo de entrada por medio de un cople y en el otro extremo se coloca una tapa de PVC. Hay que instalarlo sobre la grava volcánica, con una leve pendiente y colocar las perforaciones hacia abajo para que el agua fluya por cada una de ellas. La ventaja del tubo de distribución es que el agua se esparce de manera uniforme a lo largo del filtro, pero necesita un flujo más o menos constante para funcionar adecuadamente.

La salida del filtro se coloca sobre el firme, utilizando un tubo de PVC de 2 pulgadas. El agua se puede dirigir a un área de riego o hacia un árbol. Alternativamente, se puede construir un pequeño registro (más abajo que la salida). Para controlar el nivel del agua dentro del filtro se puede conectar una manguera flexible al tubo de salida y colocarla dentro del registro para que ahí se descargue el agua. Al subir o bajar la manguera, sube o baja el nivel del agua del filtro (ver figura anterior).

Se recomienda que las secciones de grava volcánica sean cada una de 1/6 de la longitud del total y la de arena con tierra los 2/3 restantes. Las plantas se pueden sembrar sobre todo el filtro, aunque es más fácil hacerlo en la sección de arena con tierra. Cabe mencionar que es suficiente con sembrar una planta de cada tipo porque después se extenderán a lo largo del filtro. Las plantas que se utilizan comúnmente son: tare, aguayana, hoja elegante, caladio, jengibre ornamental, platanillo, alcatraz, agapanto, galatea, papiro y tule. De preferencia hay que utilizar plantas nativas de la región.

Para un mejor desarrollo de este filtro recomendamos considerar lo que se indica en el siguiente cuadro, en donde se especifican los materiales, su unidad y cantidad necesaria para su construcción.

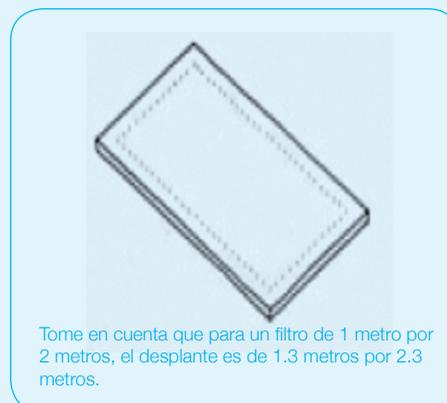
MATERIALES REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA		
CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL
1	Bulto	Cemento
2	Bultos	Mortero
250	Piezas	Tabique
1	m <sup>3</sup>	Arena
1	m <sup>3</sup>	Grava volcánica o porosa
4	Costales	Tierra
5	Piezas	PVC de 2" <sup>54</sup>
1	Pieza	Tapa de PVC de 2"
1	Pieza	"T" de 2"
4	m lineal	Tubo PVC de 2" <sup>55</sup>
2	Piezas	Tablones de madera usados de 0.5 x 1.0 m.
5-10	Plantas	De platano
1	Lata	Pegamento PVC
OPCIONAL		
1	Pieza	Cople PVC de 2"
1	Pieza	Tapa PVC de 2"
1	m lineal	Tubo PVC de 2"
1	Unidad	Tina de plástico
1	m lineal	Manguera flexible de 2"
1	Litro	Impermeabilizante para cemento.

54 No incluye todas las conexiones previas al filtro.  
 55 Dependiendo de la distancia entre la trampa de grasas y el filtro jardinera.

### Construcción del Filtro Jardinera

1) Nivelar y compactar una superficie con dimensiones similares a las sugeridas anteriormente, tomando en cuenta que son medidas interiores.

Por ejemplo, para el filtro de 2 x 1 x 0.5 m (largo x ancho x alto respectivamente), se necesita una superficie de 2.3 x 1.3 m para permitir el desplante de los muros de tabique.

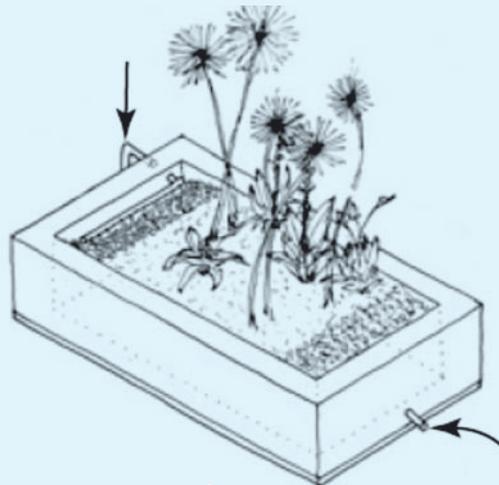


2) Desplantar muros de tabique cuatraperados en las esquinas hasta una altura de 50 cm. Prever la entrada y la salida del filtro-jardinera, como se muestra en la figura.

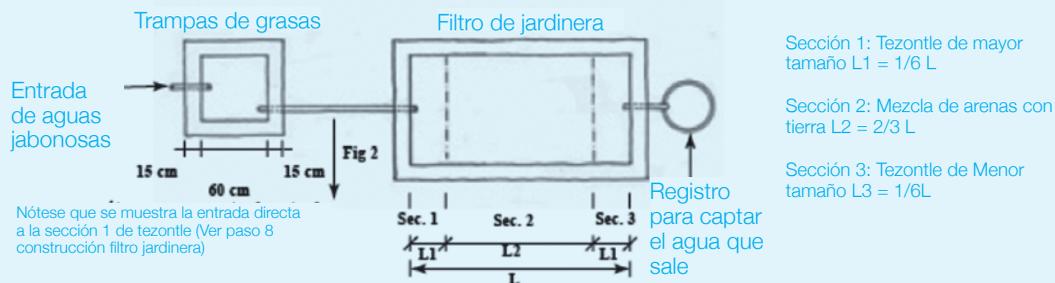
3) Repellar con cemento pulido fino todo el interior del filtro; si así lo desea, agregar a la mezcla el impermeabilizante para cemento. Permitir suficiente tiempo de secado (por lo menos un día).

4) Para determinar las zonas de grava volcánica (tezontle), medir la longitud total interior del filtro y dividirla en 6. Por ejemplo, si la longitud interior es de 2m, las zonas de grava volcánica medirán 33 cm de largo y la sección intermedia, 1.33 m.

Nótese que se muestra la entrada de un tubo de distribución (ver paso 3, construcción filtro jardinera)



Salida de agua tratada lista para riego



Planta esquemática de la trampa de grasas y filtro jardinera.

5) Una vez delimitadas las distintas zonas, colocar tabloncillos transversalmente dentro del filtro para que actúen como barreras temporales mientras éste se rellena.

6) Mezclar uniformemente la arena con tierra en proporción de 4 partes de arena por 1 parte de tierra.

7) Rellenar las secciones alternativamente para que el peso de cada material mantenga en su lugar los tabloncillos.



Por ejemplo, poner algunas paladas de grava volcánica (tezontle) en la sección 1, una carretilla de mezcla de arena y tierra en la sección 2 y algunas paladas de tezontle en la sección 3. Avanzar hasta unos 10 cm del borde del filtro.

8) Cuidar que el líquido proveniente de la trampa entre de forma directa al filtro, asegúrese que el tubo quede ahogado en la parte central superior de la capa de la sección 1, tal como se observa en la figura que muestra la planta esquemática de la trampa de grasas y filtro jardinera.

Por otro lado, si prefiere que el agua pretratada se distribuya en el filtro por medio de un tubo perforado, este debe construirse de la siguiente manera:

- a) acortar un tubo de PVC de 2 pulgadas, del ancho del filtro.
- b) marcar una línea horizontal a lo largo del tubo, que sirva de guía para hacer las perforaciones.
- c) Perforar cada 5cm, con una broca de aproximadamente 0.5 cm de diámetro.
- d) tapar una extremidad del tubo perforado (es posible que se tenga que calentar el tubo para colocar la tapa).
- e) conectar el tubo perforado, por medio de un cople, al tubo de entrada del filtro, asegurándose que las perforaciones queden hacia abajo y que exista una leve pendiente.

9) En la sección 2, sembrar las plantas, tomando en cuenta que el tallo no debe quedar demasiado profundo.

10) Terminar de rellenar las secciones hasta el borde del filtro. Si así se desea, la última capa de la sección 2 puede ser de tierra.

11) Remover los tablones.

12) Conectar la salida de la trampa de grasas con la entrada del filtro por medio de un tubo de PVC de 2 pulgadas, evitando lo más posible, codos, desviaciones y cambios abruptos del nivel (subidas y bajadas). Antes de la sección del tubo que sube a la entrada del filtro, es recomendable colocar una “T” con su respectiva tapa, para que sirva de acceso al tubo en caso de que se tape por exceso de sólidos.

13) Pegar todas las conexiones con pegamento para PVC, excepto las del tubo de distribución (las perforaciones se pueden tapar eventualmente y es recomendable poder quitarlo para poder darle mantenimiento).

### Mantenimiento del Filtro Jardinera

Es como el de una jardinera normal. Las plantas se deben podar regularmente, pues al podarlas, absorben más nutrientes para desarrollar nuevas ramas y hojas.

Eventualmente en un período de 5 a 10 años, el filtro se puede obstruir con la acumulación de sólidos. Cuando esto sucede, se puede apreciar que el agua desborda por la parte superior del filtro en vez de fluir por el tubo de salida. Esto indica que el material filtrante saturado (la grava volcánica o tezontle y la mezcla de arena con tierra) debe cambiarse por material nuevo. Se puede intentar primero reemplazar la sección de tezontle en la entrada (ver figura en ítem 6.9) y observar si el flujo mejora. De no ser así, habrá que reemplazar todas las secciones.

En general, se debe tener cuidado con los productos de limpieza utilizados en el hogar, ya que pueden ser nocivos para las plantas. De preferencia deben utilizarse jabones biodegradables y no abusar de químicos (por ejemplo, el cloro).

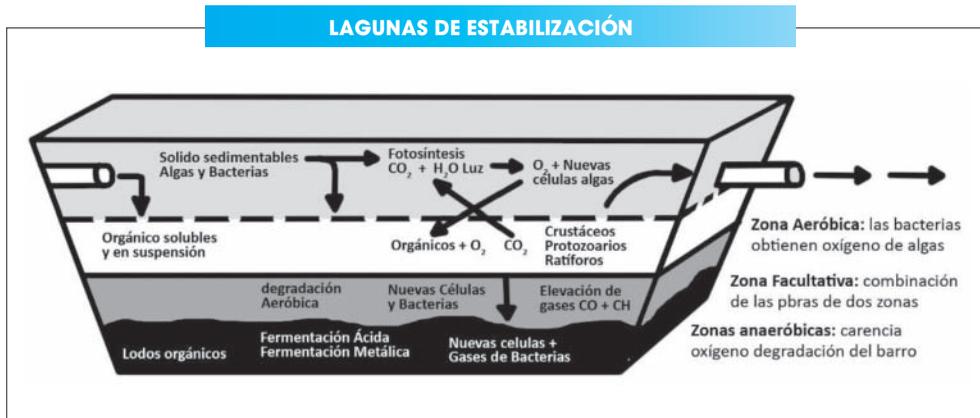
## 6.10 LAGUNAS DE ESTABILIZACION<sup>56</sup>

Las lagunas de estabilización son el proceso de tratamiento de desagües más comúnmente utilizado para pequeñas comunidades en la Región Latinoamericana y del Caribe.

Es un proceso de estabilización natural que consiste en mantener el desagüe en las lagunas por un período de retención suficientemente elevado hasta lograr la estabilización de la materia orgánica, a través de la simbiosis entre las algas productoras de oxígeno y las bacterias que lo utilizan para metabolizar la materia orgánica produciendo CO<sub>2</sub>, que a su vez lo consumen las algas. Un sistema de lagunas de estabilización opera bajo condiciones totalmente naturales.

<sup>56</sup> Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

A pesar de su simplicidad, las lagunas de estabilización requieren un mínimo de operación y mantenimiento. Para garantizar su buen funcionamiento, es necesario remover la materia flotante (grasas y desechos) de las lagunas facultativas, retirar las malezas que crezcan en los taludes y eliminar la vegetación en el interior de los estanques. En casos de sobrecarga y mal funcionamiento, es necesario desviar el desagüe de la laguna hasta su recuperación. En cuanto al mantenimiento, los lodos acumulados en el fondo de las lagunas deben ser removidos periódicamente. La limpieza se efectúa dejando de operar la laguna, drenando su contenido y secando el lodo antes de su remoción. Durante estos períodos, el desagüe debe ser desviado a otra unidad.





Fotografía cortesía de Carlos Oajaca

# 7

CAPÍTULO

# TECNOLOGÍAS PARA RESIDUOS SÓLIDOS



Fotografía cortesía de Guillermo Hegel



**EN ESTE CAPÍTULO**<sup>57</sup> se describe cómo preparar el compost en forma casera y a nivel comunitario. Luego, se explica en detalle como diseñar, operar y mantener un relleno sanitario manual.

## 7.1 COMPOST CASERO

El cómpost es un producto que se obtiene de la descomposición de la basura orgánica, el cual puede ser muy útil para abonar nuestras tierras, jardines y plantas. Puede prepararse en forma confinada, al aire libre o con el uso de lombrices para obtener un abono de mejor calidad. Este producto no es un fertilizante sino un abono muy similar en contenido de nutrientes al estiércol.

Las bacterias que ya vienen en la basura (y *las lombrices en el caso de la lombricultura*) son las encargadas de transformar la materia orgánica en composta. Para desarrollar su labor las bacterias requieren de alimento (*la basura orgánica*), de humedad (*la cual ya existe en la basura orgánica*) y de oxígeno (*el cual está en el aire atrapado entre las partículas de la basura*). Hay dos etapas en el proceso, la de producción de compost fresco y la de maduración. En la primera, que dura unos tres meses, se produce el compost fresco y la actividad de las bacterias al degradar la materia orgánica produce calor, lo que eleva la temperatura del material a más de 60 grados, temperatura a la cual mueren la mayoría de las bacterias patógenas. Posteriormente viene la etapa

de maduración mediante reposo con o sin lombrices, la cual dura otros tres meses.

### 7.1.1 Preparación en forma confinada

Para preparar el cómpost en forma confinada se recomienda considerar los siguientes pasos:

- Separar con cuidado la basura orgánica de la inorgánica
- Excavar un hueco de 80cm x 80 cm x 60 cm de profundidad o usar uno o dos barriles o tambores de 200 litros, de acero o plástico
- Partir las partes gruesas de la basura con machete o con azadón
- Colocar la basura orgánica en los barriles agregándole si se tiene, un poco de estiércol y desechos de jardinería.
- Una vez por semana remover la basura con una barreta o varilla de acero para permitir que entre aire a la mezcla para que las bacterias puedan trabajar. Se puede mejorar la inclusión de aire haciendo perforaciones en las paredes

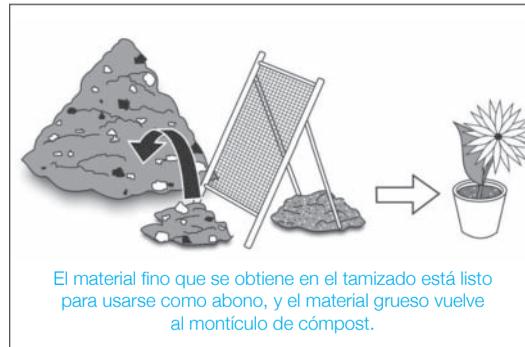
<sup>57</sup> Autor: Francisco Zepeda

del barril para poder encajar la varilla y permitir la entrada de aire horizontalmente. Incluso se puede trasvasar el material de un barril a otro.

- Si la mezcla está muy seca, rociar con agua
- Después de tres meses ya está listo el compost fresco, dejarlo reposar unos dos o tres meses más para madurarlo. Si se quiere usar el barril para preparar más compost, se puede voltear y dejar madurar el compost en forma de montoncito triangular.
- El compost maduro se tamiza en una malla antes de usarlo en jardinería o agricultura fina.

durante unos dos o tres meses más.

- El compost maduro se tamiza en una malla antes de usarlo en jardinería o agricultura fina.



### 7.1.3 Preparación de compost mediante lombricultura

Los primeros pasos son casi los mismos a cualquiera de los procesos anteriores hasta obtener un compost fresco, es decir:

### 7.1.2 Preparación al aire libre

Los pasos para obtener compost al aire libre son los siguientes:

- Separar con cuidado la basura orgánica de la inorgánica
- En un rincón lejano del jardín se acondiciona el área física para la preparación del compost
- Se parten las partes gruesas de la basura con machete o con azadón
- Se colocan los desechos de cocina, los de jardinería y estiércoles si los hay en forma de montículo triangular sobre un lecho de ladrillo, madera o concreto.
- Una vez por semana durante el primer mes y una vez cada dos semanas en los dos meses siguientes, se traspalea la mezcla a un ladito de modo que el centro del montón quede adentro y las partes interiores queden ahora en la superficie. De esta manera se incluye aire a la mezcla para que puedan seguir trabajando las bacterias. Si está muy seco el material se rocía con agua
- Después de 3 meses el compost fresco ya está listo y se deja madurar
- Separar las basuras orgánicas de las inorgánicas
- Partir las partes gruesas de la basura
- Colocar la mezcla en el barril o en el montoncito triangular según el método que se quiera usar.
- Cada semana durante el primer mes y cada dos semanas durante el segundo mes se incluye aire ya sea removiendo con varilla o volteando con pala según el proceso que se use. La única diferencia es que solo se deja dos meses en vez de tres
- Preparar dos lechos de madera, ladrillo o concreto de 1 metro x 1 metro con 30 cm de profundidad uno junto al otro. Se pueden usar bandejas que se encuentren en el mercado, por ejemplo de 40cm x 40 cm x 30 cm. de profundidad.
- Colocar el compost fresco de dos meses en uno de los lechos (o en varias bandejas) agregar las lombrices (roja californiana o *eisenia foétida*) y dejar un tiempo hasta que las lombrices transformen la materia orgánica restante.
- El excremento de las lombrices

será el contenido principal del lombricómpost.

- Cuando ya está listo el cómpost se coloca compost fresco en el lecho contiguo y se espera a que las lombrices emigren solas a la nueva fuente de alimento.
- En el caso de las bandejas, junto a cada bandeja se coloca otra con cómpost fresco para que las lombrices emigren. En algunos casos se pueden usar bandejas perforadas en el fondo, colocándose la nueva bandeja debajo de la ya terminada para que las lombrices emigren a través de las perforaciones hacia la nueva fuente de alimento.
- Esto dura unos tres meses más y cuando empiezan a emigrar las lombrices por falta de alimento, el proceso se considera terminado. El lombricómpost, que es de una excelente calidad, se tamiza y se usa en jardinería o en cultivos finos.

## 7.2 COMPOST COMUNITARIO EN EL MEDIO RURAL

En el caso de querer producir compost a nivel comunitario rural se aplican los mismos principios que en el compost casero, es decir que las bacterias tienen que tener las mejores condiciones en cuanto al alimento o sustrato, a la humedad y a una fuente de oxígeno que es el aire.

A nivel rural se usan los métodos de montículos y el de lombricultura. Para esto se supone que en la comunidad existe un sistema de recolección de basura ya sea domiciliario o mediante la colocación de contenedores en puntos estratégicos de la localidad.

Las experiencias de Latinoamérica en la producción de compost han sido exitosas técnicamente, pero en lo económico han

tenido problemas graves para encontrar un mercado para el producto. Por lo anterior se recomienda producir primero una cantidad no muy grande de compost para tantear el posible mercado.

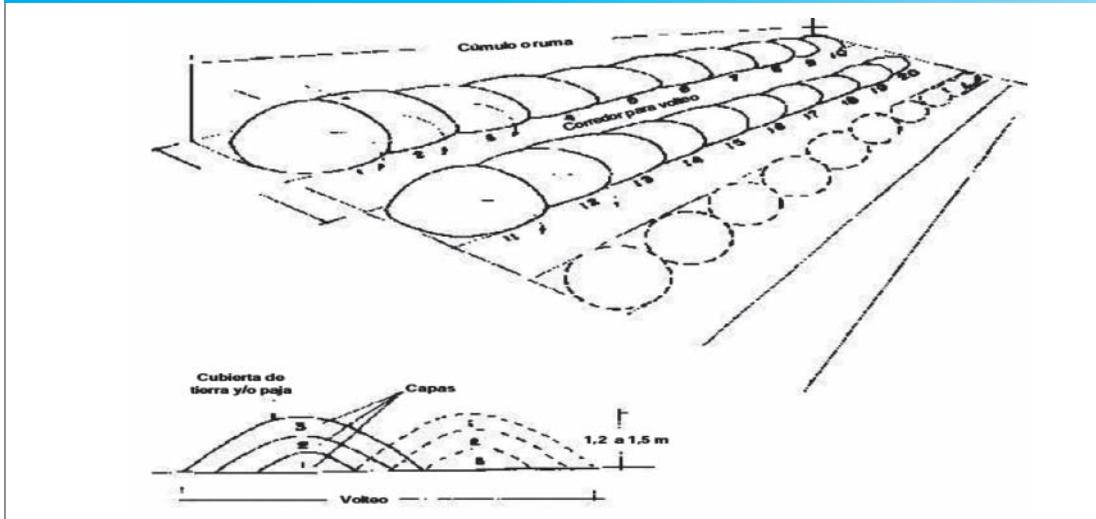
### 7.2.1 Método de montículos o pilas

Los pasos para producir compost a nivel comunitario son:

- Realizar una campaña educativa para que la gente separe su basura en orgánica (aproximadamente el 50%) e inorgánica. Se ha comprobado que se requieren campañas periódicas porque la gente después de la campaña empieza a disminuir su compromiso.
- Llevar la basura inorgánica (siempre mezclada con un poco de orgánica) a un relleno sanitario, donde si hay mercado cercano se pueden separar los reciclables (entre 2 y 10%) y enterrar sanitariamente el resto.
- Preparar un terreno municipal o comunitario para la plantita de producción de compost. Debe estar cercado para impedir la entrada de animales, tener una caseta para un guardia y almacén para herramientas y para reciclables si los hay. También debe contarse con un almacen para el compost terminado.
- Para el proceso de composteo deben prepararse plataformas de concreto de 4m x10 m para formar sobre ellas los montículos o pilas. Las plataformas deben tener una pendiente y canaletas para el posible escurrimiento de líquidos. Las canaletas deben desembocar en una fosa que pueda ser vaciada periódicamente.
- La basura orgánica recibida se va colocando en montículos sobre la plataforma o en forma de montículos alargados de tres o cuatro metros de largo en el caso de que se tenga mucha basura.

- De forma similar al composteo casero los montículos o pilas se voltean mediante traspaleo semanalmente durante el primer mes y cada dos semanas durante los dos meses restantes.
- A los tres meses el compost fresco ya está listo y se debe madurar otros dos o tres meses más ya sin voltear.
- El compost se tamiza y se almacena, o se usa para cultivos finos o jardinería, o se embolsa para su venta si hay mercado.

### PROCESAMIENTO MANUAL DE LA MATERIA ORGANICA EN PILAS PARA LA PRODUCCION DE COMPOST



#### 7.2.2 Producción de lombricómpost en planta

Al igual que en el caso anterior el proceso de producción de compost tiene los mismos principios teóricos que el compost casero, es decir debe existir el sustrato o alimento, la humedad, y el oxígeno para la transformación de la materia orgánica en abono.

Los pasos necesarios para su producción son:

- Al igual que en la producción de lombricómpost casero se prepara compost fresco de dos meses.
- A la planta descrita en el ítem 7.2.1 se le agregan dos lechos contiguos de concreto o ladrillo de 1 metro de ancho x 30 cm de profundidad y varios metros de largo según la cantidad de basura. Pueden ser de 5 a 10 metros de largo.
- El compost fresco se coloca en el primer lecho, y se agregan las lombrices. El proceso de transformación de la materia orgánica se inicia y después de unos tres meses más, cuando el compost está listo, se coloca compost fresco en el lecho contiguo y se espera a que las lombrices emigren a la nueva fuente de alimento. El proceso se repite indefinidamente pasando de un lecho a otro.
- El compost ya listo dejado por las lombrices se tamiza y se usa en jardinería o cultivos finos, o se embolsa para su venta si se logra abrir un mercado..

En las siguientes fotografías se puede ver el proceso de reciclaje de estiércol bovino en la producción de lombriz Coqueta Roja. Lugar: Finca Pradera Roja, Estado Ciudad de Cuba, cortesía Sr. Oscar Rolando Marroquín de AURSA



A continuación se muestra como el lombricompost se incorpora en los cultivos organopónicos (suelos transportados,

protegidos y nutridos con lombricompost) donde se producen hortalizas, frutales y pastos para alimentación animal



### 7.3 RELLENO SANITARIO MANUAL<sup>58</sup>

Es una adaptación del relleno sanitario convencional, la cual se usa en pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen –menos de 15 toneladas/día-, además de sus condiciones

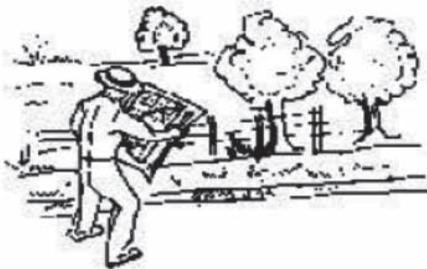
económicas, no están en la capacidad de adquirir el equipo pesado que se usa en un relleno sanitario convencional debido a sus altos costos de operación y mantenimiento. El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede realizarse con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas.

<sup>58</sup> Fuente: Jaramillo, Jorge, Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales, CEPIS, OPS/PMS, Universidad de Antioquia, Colombia, 2007. 287 páginas

Al igual que en el relleno sanitario convencional, el diseño, operación y mantenimiento de un relleno sanitario manual es generalmente responsabilidad municipal.

### 7.3.1 Estudios de campo y diseño

Para rellenos sanitarios manuales es necesario hacer el mismo tipo de estudios que para los rellenos convencionales. En el siguiente gráfico se ilustran los pasos a seguir.



1. Identificación del sitio por rellenar y sus alrededores

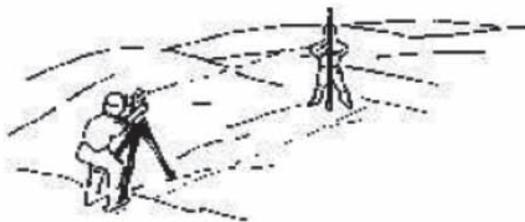


Análisis del suelo



Verificación del nivel freático

2. Análisis de las condiciones hidrológicas



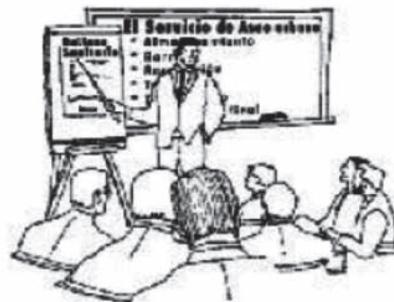
3. Levantamiento topográfico



4. Elaboración del diseño



5. Análisis de costos



6. Presentación del proyecto a las autoridades

### 7.3.2 Preparación del terreno y construcción de obras

Al igual que en el punto anterior, en la siguiente figura se ilustran gráficamente los pasos a seguir para las obras de construcción del relleno.

The figure consists of a 4x3 grid of 12 numbered illustrations, each with a corresponding caption below it. The illustrations are in a simple, line-art style. The steps are as follows:

1. Limpieza y desmante: A person is shown working on a pile of debris.
2. Construcción de la vía de acceso directa: A dirt road is being built through a field.
3. Encerramiento del terreno: A fence is being built around a site.
4. Siembra de árboles en el perímetro: A person is planting a tree in a field.
5. Construcción del drenaje perimétrico: A drainage ditch is being dug around the perimeter.
6. Preparación del suelo de soporte: A person is using a machine to prepare the ground.
7. Construcción de drenajes internos: A person is working on a drainage system inside a structure.
8. Preparación del drenaje de gases: A person is working on a gas drainage system.
9. Construcción de la caseta de control e instalaciones: A small building is being constructed.
10. Excavación de pozos de monitoreo: A person is working on a monitoring well.
11. Diseño y ubicación del cartel de identificación: A sign is being placed in a field.
12. Visitas con los líderes de la comunidad vecina: A person is talking to a group of people.

### 7.3.3 Operación y mantenimiento de los rellenos sanitarios manuales

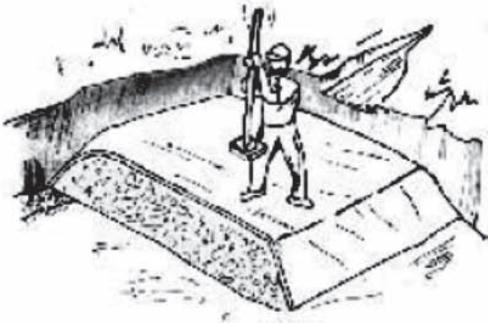
De forma similar, a continuación se muestran los pasos necesarios para una correcta operación del relleno.



1. Adquisición de herramientas



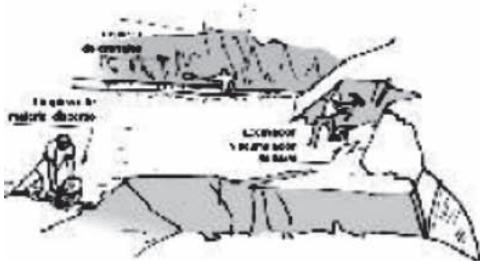
2. Compra de los elementos de protección de los trabajadores



3. Inicio de la operación del relleno



4. Clausura del (de los) botadero (s)



5. Mantenimiento permanente



6. Preparación del presupuesto anual

### 7.3.4 Diseño a detalle de un Relleno Sanitario Manual

Una vez legalizada la propiedad del terreno, se puede proceder a contratar los estudios y diseño del relleno sanitario y su infraestructura. Para estos estudios, el proyectista o contratista deberá recopilar la información básica que se describe mas adelante y realizar necesariamente una o varias visitas de campo a fin de reconocer el terreno.

Para evaluar el sitio, el técnico llevará consigo el plano topográfico, el cual debe contener la descripción original del terreno (alturas y depresiones), un gráfico o cuadro que indique las cantidades de residuos que se estima se acumularán entre los próximos 5 a 10 años, y la tierra necesaria como cobertura.

La visita es importante para identificar la zona de llenado y sus alrededores, así como para ubicar el lugar en que se construirán las obras de infraestructura y construcciones auxiliares que serán necesarias, tales como el trazo de la vía de acceso, los drenajes, el patio de maniobras, la caseta de vigilancia.

En esta etapa, además, se evalúa el método de relleno, la fuente del material de cobertura, la distribución y el diseño de terraplenes de residuos para finalmente, empezar a definir la secuencia de construcción.

#### INFORMACIÓN BÁSICA

#### Aspectos demográficos

- **Población:** Es necesario conocer el número de habitantes meta para definir las cantidades de residuos sólidos municipales (RSM) que se han de disponer. Hay que anotar que al estimar la producción de estos residuos se debe discriminar entre la producción rural y urbana.

La primera presentará menos exigencias por ser reducida, si bien la recolección resulta más difícil. En cambio, la producción urbana es mayor por razones de concentración, aumento de población y desarrollo tecnológico y urbanístico.

- **Proyección de la población:**

Para poder calcular la cantidad de residuos sólidos municipales (RSM) que se deberá disponer diaria y anualmente a lo largo de la vida útil del relleno sanitario, es muy importante estimar la población futura que tendrá la comunidad por lo menos en los próximos 5 a 10 años, El crecimiento de la población se estima por métodos matemáticos, o bien vaciando los datos censales en una gráfica y haciendo una “proyección” de la curva dibujada.

A continuación, un ejemplo matemático referido al crecimiento geométrico; es decir, al de las poblaciones biológicas en expansión, para lo cual se asume una tasa de crecimiento constante.

La siguiente expresión nos muestra su cálculo:

$$P_f = P_o (1 + r)^n$$

Donde:

$P_f$  = Población futura.

$P_o$  = población actual.

$r$  = tasa de crecimiento de la población

$n = (t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}})$  intervalo en años.

$t$  = variable tiempo (en años).

Sin embargo, se recomienda comparar los resultados que se obtengan aplicando esta fórmula, con otros métodos de proyección de población.

### VOLUMEN Y ÁREA REQUERIDA PARA EL RELLENO SANITARIO

Año	Población (hab)	ppc kg/hab/día	Cantidad de residuos sólidos			Volumen (m <sup>3</sup> )						Área requerida (m <sup>2</sup> )		
			Diarria (kg/día)	Anual t/año	Acumulado (t)	Residuos sólidos compactados		Material de cobertura m <sup>3</sup>		Residuos Sólidos estabilizados (m <sup>3</sup> /año)	Relleno sanitario		Relleno AR	Total AI
						Diarria (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )	Diarria (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )		(m <sup>3</sup> )	Acumulado		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

(3) = (1)x(2)

Población x ppc

(6) = [(3)x7/6]/Dc  
 Los residuos sólidos producidos en una semana son llevados al relleno durante los días de recolección. Normalmente entre el lunes y sábado (7 días de producción/ 6 días de recolección).

(8) = (6) x 0.2  
 Material de cobertura = entre 20 y 25% del volumen de residuos compactados.

(11) = (9)/(10)  
 El volumen del relleno sanitario VRS = material de cobertura / volumen de residuos estabilizados.

(13) = (12)/H  
 Área por rellenar AR = Volumen Del relleno/ H

H = altura del relleno estimada

(14) = (13) x F  
 Área total AT = área por rellenar x F  
 F = Factor para estimar el área adicional (entre 20 y 30%)

#### RELLENO SANITARIO MANUAL

DENSIDAD DE LA BASURA  
(KG/M<sup>3</sup>)

Ds: Suelta : 200 a 300

Dc: Compactada 400 a 500

De: Estabilizada 500 a 600

### Generación de Residuos sólidos municipales (RSM) en las pequeñas poblaciones

Con respecto a la generación y composición de los desechos que se manejan en las pequeñas comunidades, podemos decir que cuando se calcula la cantidad de residuos que se producen predomina el aporte del sector residencial, siendo las otras actividades tan incipientes que su generación de residuos no alcanza a afectar de manera apreciable la cantidad total de RSM, salvo los provenientes de los mercados y de los visitantes, cuando existen atractivos turísticos.

Cuando se desea implementar un sistema de recolección, tratamiento y disposición final, es necesario estimar las cantidades de residuos que la población genera. Con el objetivo de facilitar esto y ahorrar recursos, se sugiere utilizar para estos análisis métodos indirectos como los que se presentan a continuación.

La cantidad de residuos que genera cada persona (producción per cápita), se puede estimar globalmente aplicando la siguiente fórmula:

$$Ppc = DSr \text{ en una semana} / (\text{pob} \times 7 \times Cob)$$

Donde:

PPc = producción por habitante por día (kg/hab/día)

DSr = Cantidad de RSM recolectados en una semana (kg/sem)

Pob = población total (hab)

7 = días de la semana

Cob = cobertura del servicio de aseo (%)

La cobertura del servicio se obtiene al dividir la población atendida (# de personas a las cuales se les recolectan los residuos) entre la población total:

$$\text{Cobertura del servicio (\%)} = \text{Población atendida (hab)} / \text{población total (hab)}$$

Hay que señalar que también es posible relacionar la cantidad de RSM generados con

el número de viviendas, o sea, kg/vivienda/día, dado que la basura es producida por vivienda. Esto además, tiene la ventaja de facilitar el conteo de las casas.

Con base en muestreos de RSM realizados en algunas poblaciones pequeñas, rurales y áreas marginales de América latina, se ha encontrado que la ppc presenta rangos de entre 0.2 y 0.6 kg/hab/día.

- **Producción Total:** Conocer la producción total de RSM permite decidir sobre cuál es el equipo de recolección más adecuado, la cantidad de personal necesario, las rutas, la frecuencia de recolección, la necesidad de área para el tratamiento y la disposición final, los costos y el establecimiento de la tarifa de aseo.

La producción de RSM está dada por la relación:

$$DS_d = \text{Pob} \times \text{ppc}$$

Donde:

$DS_d$  = cantidad de RSM producidos por día (kg/día)

Pob = población total (habitantes)

ppc = producción per cápita (kg/hab-día)

- **Proyección de la producción total:** La producción anual de RSM debe estimarse con base en las proyecciones de la población y la producción per cápita.
- Se puede calcular el crecimiento de la población mediante métodos matemáticos, pero en lo que se refiere al crecimiento de la ppc difícilmente se encuentran cifras que den idea de cómo puede variar anualmente. No obstante, para obviar este punto y sabiendo que con el desarrollo y el crecimiento urbano y comercial de la población los índices de producción aumen-

PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y PROCEDENCIA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES (T/AÑO)									
Año	Población habitantes	ppc Promedio total kg/hab/día	Residencial	Comercial	Mercado	Industrial	Barrido	Otros	Total
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Total									

tan, se recomienda calcular la producción per capita total para cada año, con un incremento entre 0.5 y 1% anual. Los resultados podrían presentarse en un cuadro como el anterior.

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN PEQUEÑAS POBLACIONES

Los parámetros más importantes que debemos conocer para el manejo adecuado de los residuos sólidos municipales (RSM) que se producen en una población son, la producción (cantidad de residuos generados por la población) y sus características específicas (origen, composición física y densidad).

#### Origen o procedencia

Los RSM de las áreas urbanas de las pequeñas poblaciones se pueden clasificar según su procedencia en: residencial, comercial, industrial, barrido de vías y áreas públicas, mercado e institucional.

Los valores obtenidos pueden presentarse utilizando un cuadro como el mostrado anteriormente.

**i) sector residencial:** La basura residencial (o desechos sólidos domésticos) está compuesta principalmente de papel, cartón, latas, plásticos, vidrios, trapos y materia orgánica.

**ii) Sector Comercial:** Con algunas excepciones (poblaciones en las zonas fronterizas y sitios turísticos), el comercio no representa altos índices en la producción de RSM, dado que en estas localidades no está muy desarrollado y la actividad comercial suele combinarse con la vivienda. La composición de los desechos de la actividad comercial en estas comunidades es similar a la del tipo residencial, sin bien predominan los materiales de empaque (papel, cartón, vidrio, plástico, textil y madera).

**iii) Sector Industrial:** Suele ser baja y de tipo artesanal, compatible con el uso residencial, de manera que es de esperar que sus desechos sólidos no presenten características especiales. Por ende, salvo pocas excepciones, la cantidad de estos residuos (producción) no es significativa para el análisis de las pequeñas poblaciones.

**iv) Plaza de mercado:** Presenta un carácter más definido, dado que allí se concentran los expendios de carne, pescado, vegetales, frutas, abarrotes y otros, lo que indica que gran parte de los residuos es de materia orgánica y solo una muy pequeña es material de empaque; para estos desechos puede ser recomendable la producción de compostaje con métodos manuales.

**v) Barrido de vías y áreas públicas:** El servicio de barrido de vías y limpieza de áreas públicas –tales como el parque principal, los alrededores de la plaza de mercado, ferias y playas- contribuyen a la producción de desechos. Estos están compuestos básicamente de hojas, hierba, cáscaras de frutas, además de papeles, plásticos, latas vidrios, palos y un alto contenido de tierra.

**vi) Sector Institucional:** Para el caso de establecimientos especiales como escuelas y colegios, se puede considerar, sin gran margen de error, que la generación de desechos sólidos no es muy significativa con respecto al resto; y que su composición es similar a las anteriores.

Los hospitales o centros de salud en estas poblaciones suelen ser instituciones clasificadas como del primer nivel de atención, poco especializadas y con un mínimo número de camas, aunque en algunos casos son de mediana magnitud. De ahí que no incidan de manera significativa en la generación total de residuos sólidos que

producen. Sin embargo, es necesario distinguir entre los residuos clasificados como de origen residencial (limpieza, cocina, basura común) y los originados por las actividades específicas del centro de salud y que son potencialmente infecciosos: materiales punzocortantes y de curación, vísceras provenientes del quirófano, etc., todos estos residuos llamados biológicos-infecciosos, requieren un manejo, un tratamiento y una disposición final especiales.

En el centro de salud, estos residuos deben ser separados y presentados en bolsas cerradas de polietileno de color rojo; también se debe evitar el derrame de su contenido y su contacto con el personal de recolección, aún cuando esté provisto de guantes y ropa adecuada. Su tratamiento y disposición final pueden realizarse mediante la incineración o el enterramiento en una fosa especial que esté dentro del establecimiento. En este último caso, dicha fosa debe ser de suelo arcilloso, cuyo fondo se encuentre por lo menos a un metro del manto freático para evitar el contacto con el agua.

De ser recogidos por la municipalidad, deben tomarse las debidas medidas de protección del personal que los recolecta y su disposición final podrá realizarse en el relleno sanitario manual, de preferencia colocándolo apenas lleguen en una celda especial, en su defecto, al pie del talud en la parte inferior de la celda, para de inmediato cubrirlos con tierra y el resto de los residuos sólidos.

### Composición Física y Química

La composición física de los residuos sólidos municipales (RSM) está caracterizada por su alto porcentaje de materia orgánica (entre 50 y 70% del total de residuos), lo que se traduce en un mayor contenido de humedad con valores que fluctúan entre 35 y 55%; el resto es papel, cartón, vidrio, metales, plásticos y material

inerte, entre otros. Conocer la composición física de los RSM de estas pequeñas poblaciones tiene importancia para evaluar la factibilidad de establecer programas de reciclaje y tratamiento, dado que la composición química no reviste mayor atención y que el método de disposición final se realiza a través de la técnica del relleno sanitario, con el que se procurará minimizar la generación de lixiviado.

### Densidad

El peso volumétrico de los RSM es otro parámetro importante para el diseño del sistema de disposición final de residuos. En los países de América latina se tienen valores de entre 200 y 300 kilogramos por metro cúbico para la basura suelta (no compactada), es decir en el recipiente en que se coloca la basura ; tales valores son mayores que los que se presentan en los países industrializados. Para calcular las dimensiones de la celda diaria y el volumen del relleno se pueden usar las densidades que figuran en el siguiente cuadro. Estas densidades se alcanzan con la compactación homogénea y, a medida que se estabiliza el relleno, con todo lo que incide en la estabilidad y vida útil del sitio.

DENSIDAD DE DISEÑO DE LA CELDA DIARIA Y DEL RELLENO SANITARIO MANUAL	
DISEÑO	DENSIDAD kg/m <sup>3</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Celda diaria (basura recién compactada manualmente)</li> </ul>	400- 500
<ul style="list-style-type: none"> <li>Volumen del relleno (basura estabilizada en el relleno manual)</li> </ul>	500-600

El aumento de la densidad del relleno sanitario manual se logra especialmente mediante:

- El apisonado manual, con el uso diario de rodillo o los pisones de mano.
- El tránsito del vehículo recolector por encima de las celdas ya conformadas.
- La separación y recuperación de papel, cartón, plástico, vidrio, chatarra, madera y otros materiales voluminosos. Con la práctica del reciclaje se disponen menos RSM en el relleno y, en consecuencia, se aumenta su vida útil.
- Otros mecanismos que aumentan la densidad de los desechos sólidos son: el proceso de descomposición de la materia orgánica y el peso propio de las capas o celdas superiores que producen mayor carga y, obviamente, disminuyen su volumen.

### CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

La geología y características específicas del terreno son algunos de los factores más importantes que hay que tener en cuenta a la hora de seleccionar el sitio. Gracias a estos se puede obtener información acerca del posible desplazamiento de las infiltraciones de agua y de una eventual contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Al mismo tiempo, el estudio del suelo permite evaluar la estabilidad del terreno, la localización, y calidad del banco de material de cobertura.

Sin lugar a dudas, en los proyectos de relleno sanitario para grandes ciudades estos análisis tienen una importancia capital y deben ser una exigencia básica en cualquier estudio; pero para el caso de comunidades muy pequeñas, no es necesario ser demasiado rigurosos si, como ya se dijo, se considera la reducida magnitud de las obras y el tipo de residuos que generan. En

lo posible, se debe recurrir a los servicios de un geólogo o de otro profesional con conocimientos en estos temas.

Los estudios de campo para poblaciones con menos de 5,000 habitantes pueden consistir solo en posibles pruebas de percolación y análisis del suelo.

### CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

La precipitación pluvial, la evaporación, la temperatura y la dirección del viento son los principales datos climatológicos que se deben recopilar para establecer especificaciones de diseño de la infraestructura del relleno sanitario.

### IDENTIFICACIÓN DE NORMAS VIGENTES

Otro aspecto que quien va a diseñar un relleno sanitario no debe pasar por alto es la consulta de las normas vigentes, tanto para el diseño, la construcción del relleno y de las obras de infraestructura, como para tener en cuenta las obligaciones con la autoridad ambiental en relación con las condiciones y restricciones que debe tener el proyecto, a fin de evitar o mitigar posibles efectos negativos debidos a la construcción y operación de la obra. Hay que advertir, no obstante, que en estos casos las autoridades locales, ambientales y de salud deben tener presente que se trata de un pequeño proyecto de saneamiento y no de una obra de gran envergadura destinada a una ciudad.

### CÁLCULO DEL VOLÚMEN NECESARIO PARA EL RELLENO SANITARIO

Los requerimientos de espacio del relleno sanitario están en función de:

- La producción total de RSM
- La cobertura de recolección (la condición crítica de diseño es recibir el 100% de los residuos generados).
- La densidad de los RSM estabilizados en el relleno sanitario manual.

- La cantidad del material de cobertura (20-25%) del volumen compactado de RSM.

### Volumen de residuos sólidos

Con los dos primeros parámetros mencionados en el párrafo anterior, es posible estimar el volumen diario y anual de RSM compactados y estabilizados que se requiere disponer (ver cuadro “Volumen y área requerida para el relleno sanitario” columnas 6, 8 y 10), es decir:

$$\begin{aligned} V_{\text{diario}} &= DC_p \cdot D_{\text{rsm}} \\ V_{\text{anual compactado}} &= V_{\text{diario}} \times 365 \end{aligned}$$

Donde:

$V_{\text{diario}}$  = volumen RSM por disponer en un día ( $\text{m}^3/\text{día}$ )

$V_{\text{anual}}$  = volumen de RSM en un año ( $\text{m}^3/\text{año}$ )

$DS_p$  = Cantidad de RSM producidos ( $\text{kg}/\text{día}$ )

365 = equivalente a un año (días)

$D_{\text{rsm}}$  = Densidad de los RSM recién compactados ( $400\text{-}500 \text{ kg}/\text{m}^3$ ) y del relleno estabilizado ( $500\text{-}600 \text{ kg}/\text{m}^3$ ).

### Volumen del material de cobertura

$$m. c. = V_{\text{anual compactado}} \times (0.20 \text{ ó } 0.25)$$

Donde:

m. c. = material de cobertura, el cual se estima considerando que es del 20 al 25% del volumen de los desechos recién compactados.

### Volumen del relleno sanitario

Con las fórmulas anteriores se puede calcular el volumen del relleno sanitario para el primer año, así:

$$V_{\text{RS}} = V_{\text{anual estabilizado}} + m. c.$$

Donde:

$V_{\text{RS}}$  = volumen del relleno sanitario ( $\text{m}^3/\text{año}$ )

m. c. = material de cobertura (20 a 25% del volumen recién compactado de RSM).

Los datos obtenidos se vacían en el cuadro “volumen y área requerida para el relleno sanitario”, columna 11.

Para conocer el volumen total que ocupará el relleno durante su vida útil, se aplica la siguiente fórmula:

$$V_{RSvu} = \sum_{i=1}^n V_{RS}$$

Donde:

$V_{RSvu}$  = volumen relleno sanitario durante la vida útil ( $m^3$ )

$n$  = número de años.

Que serían los datos que aparecen en la columna 12 del cuadro “volumen y área requerida para el relleno sanitario” es decir, los valores acumulados anualmente.

### CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA

Con el volumen se puede estimar el área requerida para construir el relleno sanitario, con la profundidad o altura que tendría el relleno. Sin embargo, esta altura solo se conocerá si se tiene una idea general de la topografía del terreno donde se construirá el relleno.

El relleno sanitario manual debe proyectarse para un mínimo de cinco años y un máximo de diez. Sin embargo, algunas veces es necesario diseñarlo para menos de cinco años si se considera la dificultad de encontrar terrenos disponibles. Este tiempo se llama vida útil o período de diseño.

El área requerida para construir un relleno sanitario manual depende principalmente de los siguientes factores:

- Cantidad de RSM que se deberá disponer;
- Cantidad de material de cobertura;
- Densidad de compactación de los RSM;
- Profundidad o altura del relleno sanitario;
- Áreas adicionales para obras complementarias.

A partir de la ecuación que calcula  $V_{RS}$  podremos estimar las necesidades de área (ver cuadro “volumen y área requerida para el relleno sanitario”, columna 13):

$$A_{RS} = V_{RS} / h_{ts}$$

Donde:

$V_{RS}$  = Volumen de relleno sanitario ( $m^3/año$ )

$A_{RS}$  = área por rellenar sucesivamente ( $m^2$ )

$h_{ts}$  = altura o profundidad media del relleno sanitario (m)

El área total requerida (ver cuadro “volumen y área requerido para el relleno sanitario”, columna 14) será:

$$A_t = F \times A_{RS}$$

Donde:

$A_t$  = área total requerida ( $m^2$ )

$F$  = Factor de aumento del área adicional requerida para las vías de penetración, áreas de retiro de linderos, caseta para portería e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, etc. Esto es entre 20-40% del área que se deberá rellenar.

En el cuadro “volumen y área requerida para el relleno sanitario” se incorporan los parámetros mencionados para el cálculo del volumen del relleno sanitario. Se podrá estimar el área para cada sitio alternativo solo recién cuando se conozca la profundidad promedio del relleno.

### CÁLCULO DE LA CELDA DIARIA

Como se sabe, la celda diaria está conformada básicamente por los RSM y el material de cobertura y se requiere dimensionarla con el objeto de economizar tierra, sin perjuicio del recubrimiento y con el fin de que proporcione un frente de trabajo suficiente para la descarga y maniobra de los vehículos recolectores.

Las dimensiones y el volumen de la celda diaria dependen de factores tales como:

- La cantidad diaria de RSM que se debe disponer.
- El grado de compactación.
- La altura de celda más cómoda para el trabajo manual.
- El frente de trabajo necesario que permita la descarga de los vehículos de recolección.

Para la celda diaria se recomienda una altura que fluctúe entre 1 y 1.5 metros, esto debido a la baja compactación que se alcanza con la operación manual, y también con el fin de brindar una mayor estabilidad mecánica a la construcción de los terraplenes del relleno sanitario.

A partir del volumen diario de desechos compactados y teniendo en cuenta las limitaciones de altura, se calcula el avance y el ancho de la celda, procurando mantener un frente de trabajo lo más estrecho posible.

### Cantidad de RSM que se debe disponer

La cantidad de basura para diseñar la celda diaria se puede obtener a partir de la cantidad de basura producida diariamente, es decir:

$$DS_{rs} = DS_p \times (7/d_{hab})$$

Donde:

$DS_{rs}$  = Cantidad media diaria de RSM en el relleno sanitario (kg/día)

$DS_p$  = Cantidad de RSM producidos por día (kg/día)<sup>59</sup>

$d_{hab}$  = días hábiles o laborables en una semana (normalmente de 5 a 6 días, aún menos en los municipios más pequeños).

### Volumen de la celda diaria

$$V_c = (DS_{rs}/D_{rsm}) \times m. c.$$

<sup>59</sup> Debe considerarse que el volumen diario de RSM, se incrementará cada año y en consecuencia también lo hará el tamaño de la celda, lo que indica que debe ser necesario reevaluar anualmente la mano de obra requerida.

Donde:

$V_c$  = volumen de la celda diaria (m<sup>3</sup>)

$D_{rsm}$  = densidad de los RSM recién compactados en el relleno sanitario manual, 400-500 kg/m<sup>3</sup>

m. c. = material de cobertura (20-25%)

Debe notarse que la densidad usada para la basura recién compactada es menor que la de la basura estabilizada que se emplea para el cálculo del volumen.

### Dimensiones de la celda diaria

$$\text{Área de la celda: } A_c = V_c/h_c$$

Donde:

$A_c$  = Área de la celda (m<sup>2</sup>/día)

$h_c$  = Altura de la celda (m) –límite 1.0 a 1.5m. Flintoff reporta alturas entre 1.5 y 2.0 metros para rellenos sanitarios con operación manual, con lo que disminuye el material de cobertura.

$$\text{Largo o avance de la celda (m) : } L = A_c/a$$

Donde:

$a$  = ancho que se fija de acuerdo con el frente de trabajo necesario para descargar la basura por los vehículos recolectores (m). Debe tenerse en cuenta que en pequeñas comunidades serán uno o dos vehículos como máximo los que descarguen a la vez, lo que determina el ancho entre 3 y 6m.

Como los taludes (perímetro) también deben ser cubiertos de tierra, la relación del ancho con el largo de la celda que menos material de cobertura requerirá sería la de un cuadrado. Se trata entonces, de la raíz cuadrada del área de la celda:

$$a = L = \sqrt{A_c}$$

Cuando esto no se cumple por el ancho resultante demasiado estrecho para la descarga de los vehículos, entonces se fija primero el ancho y luego se calcula el avance, como se explico en la fórmula de  $A_c$ .

## CÁLCULO DE LA MANO DE OBRA

La mano de obra necesaria para conformar la celda diaria depende de:

- La cantidad de RSM que se debe disponer.
- La disponibilidad y el tipo de material de cobertura.
- Los días laborables en el relleno.
- La duración de la jornada diaria.
- Las condiciones del clima.

- La descarga de los residuos en el frente de trabajo según la distancia.
- El rendimiento de los trabajadores.

El siguiente cuadro es una guía para calcular el número de trabajadores necesarios en el relleno sanitario manual. En ella se considera una jornada de ocho horas diarias, con un tiempo efectivo de trabajo de seis horas. Estos rendimientos son bajo condiciones normales de trabajo y pueden variar en cada lugar según los factores descritos anteriormente.

GUÍA DE CÁLCULO PARA ESTIMAR EL NÚMERO DE TRABAJADORES			
Operación	Rendimientos		Hombre/día
Movimiento de desechos	$\frac{\text{Desechos sólidos (t/día)}}{(0.95)^{\text{a}}\text{t/hora-hombre}}$	$\times \frac{1}{6 \text{ horas}}$	
Compactación de desechos	$\frac{\text{Área superficial (m}^2\text{)}}{(20)^{\text{a}}\text{m}^2\text{/hora-hombre}}$	$\times \frac{1}{6 \text{ horas}}$	
Movimiento de tierra	$\frac{\text{Tierra m}^3}{(0,35 \text{ a } 0,70)^{\text{a}}\text{tm}^3\text{/hora-hombre}}$	$\times \frac{1}{6 \text{ horas}}$	
Compactación de la celda	$\frac{\text{Área superficial (m}^2\text{)}}{(20)^{\text{a}}\text{m}^2\text{/hora-hombre}}$	$\times \frac{1}{6 \text{ horas}}$	
<b>(Total hombres)</b>			

Flintoff reporta los siguientes requerimientos de mano de obra de tres sitios en los cuales se operaron rellenos sanitarios manualmente

Las densidades de los desechos distribuidos en estos lugares fluctuaron entre 250 y 400 kilogramos por metro cúbico; así, para un tonelaje dado, el volumen que se debe manejar podría ser similar o mayor que en los países en desarrollo.

El siguiente cuadro indica la escala probable de los requerimientos de mano de obra y material de cobertura con una tasa de generación y densidad típicas en América Latina.

RENDIMIENTOS REPORTADOS DE OTRAS EXPERIENCIAS		
Sitio	t/día	Rendimiento
1	30	2 hombres/ 15 t/hombre-día
2	50	6 hombres/ 8 t/hombre-día
3	100	10 hombres/ 10 t/hombre-día

REQUERIMIENTOS PROBABLES DE MANO DE OBRA					
Población Hab	Volumen (m3/día)				
	t/día (ppc=0,5 kg/hab/día)	Bas. Suelta (330 kg/m3)	Bas. Comp. (500 kg/m3)	Material de cobertura m3	Hombres
20,000	10	30	20	4	4
50,000	25	75	50	10	10
100,000	50	150	100	20	19

Además del número de hombres que ejecutarán las labores propias de la construcción del relleno, es necesaria otra persona que dirija y oriente las operaciones en el relleno sanitario manual en calidad de supervisor. Teniendo en cuenta que contar con un profesional capacitado en el manejo de RSM sería costoso en algunos municipios, se recomienda contratar un individuo que sea:

- Técnico, con secundaria completa y que sepa realizar operaciones matemáticas, o
- Promotor de salud, que sepa realizar operaciones matemáticas y que tenga cierta experiencia en el ramo.

Cabe anotar que la presencia del supervisor en el relleno sanitario es importante durante casi toda la jornada laboral en los primeros meses. Conforme adquiera mayor experiencia, es posible reducir a dos horas diarias su tiempo de permanencia en el lugar; una hora en la mañana y otra en la tarde. El resto del día lo podría dedicar a la supervisión del aseo urbano en general.

En última instancia, esta labor de supervisión puede ser llevada a cabo por el jefe de Obras Públicas del municipio (o de la Oficina Municipal de Planificación –OMP-).

### PROYECTO PAISAJÍSTICO

El relleno sanitario manual también debe tener consideraciones estéticas y paisajísticas, para que una vez concluida

su vida útil, pueda integrarse al ambiente natural y se armonice con el entorno.

La cobertura final de tierra compactada debe tener de 0.4 a 0.6 metros, como mínimo. Los drenajes de aguas de escorrentía y gases son esenciales para la vida vegetal sobre el relleno, la que se restringe a especies de raíces cortas mientras el relleno se estabiliza.

Se recomienda sembrar en toda el área arbustos de raíces cortas que no traspasen la cobertura. Se admite también el plantío en hoyos rellenados con tierra abonada más pasto o grama, a fin de evitar la erosión y el aumento de lixiviado. A medida que se terminen algunas áreas de relleno, conviene sembrar el pasto sin esperar a que se acabe toda la superficie de las plataformas o terraplenes.

### ANÁLISIS DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES

Los análisis de impactos ambientales buscan identificar anticipadamente los efectos positivos y negativos que tiene todo proyecto de relleno sanitario en sus distintas fases: selección del sitio, construcción, operación y clausura.

La medición de los impactos debe ser interdisciplinaria y realizarse en los componentes naturales tanto del sitio como del entorno (agua, suelo y aire), al igual que en las variables de tipo económico y social. En el siguiente cuadro se presentan los principales aspectos socio ambientales asociados con las etapas del proyecto de un relleno sanitario.

## ASPECTOS SOCIOAMBIENTALES ASOCIADOS A UN PROYECTO DE RELLENO SANITARIO MANUAL

Etapa del Proceso	Fuente/ Actividad										Salud	Social
	Suelo		Agua		Aire				Material disperso			
	Desvalorización del terreno y los predios vecinos	Contaminación visual	Superficial	Subterránea	Ruido	Olores	Humo	Polvo		Vectores		
Selección del sitio												
Usos del suelo												
Opinión pública												
Vía de acceso y tráfico vehicular												
Dirección del viento												
Costos del terreno												
Relleno sanitario manual												
Generación de empleo												
Turismo												
Preparación del terreno												
Camino de acceso												
Desvío de aguas												
Canal perimetral												
Construcción												
Caminos internos												
Adecuación de la plataforma												
Excavación de zanjas												
Caseta (portera e instalaciones sanitarias)												
Operación y manto												
Tiempo de residuos												
Recepción de residuos												
Compactación de residuos												
Cobertura diaria												
Drenajes (gases y lixiviado)												
Manejo de lixiviado												
Clausura del relleno												
Cobertura final												
Uso futuro												



Fotografía cortesía de Rosario Castro

# 8

CAPÍTULO

# MISCELANEOS



Fotografía cortesía de Carlos Oajaca



**EL OBJETIVO** de este capítulo es mostrar tecnologías útiles para reducir la contaminación ambiental, el impacto en las enfermedades respiratorias y mejorar el ambiente comunitario y dentro de las viviendas en las áreas rurales. Dentro de este contexto consideramos las estufas ahorradoras de leña y eliminadoras de humo intradomiciliar de las cuales presentamos tres diferentes modelos. Luego presentamos detalles de cómo construir lavaderos comunitarios, piletas públicas y lavamanos rurales, los que son útiles cuando el abastecimiento de agua es a nivel comunitario y no familiar.

## 8.1 ESTUFAS AHORRADORAS DE LEÑA Y ELIMINADORAS DE HUMO INTRADOMICILIAR

La población rural dispersa y urbana marginal recurre a fuentes energéticas tradicionales como la leña que queman en fogones de tres piedras (fuego abierto), para satisfacer la demanda de energía doméstica con los consiguientes problemas de salud, deforestación y contaminación ambiental.

Las estufas ahorradoras de leña tienen como objetivos:

- Reducir enfermedades respiratorias y proteger el medio ambiente.
- Promover tecnología limpia con acceso económico, técnicamente funcional y socialmente aceptado.

### 8.1.1 Cocina Mejorada Inkawasi<sup>60</sup>

Esta cocina tiene una cámara de combustión en forma de codo, dos hornillas en las cuales las ollas se sumergen, la primera olla está en contacto con el fuego directo y la segunda se calienta aprovechando los gases de combustión.

<sup>60</sup> OPS-GTZ/CEPIS/U.P., Cocina Mejorada Inkawasi, Presentación José Humberto Bernilla, Taller de Tecnologías de Agua Potable y Saneamiento, Girardot, Colombia, mayo 2006.

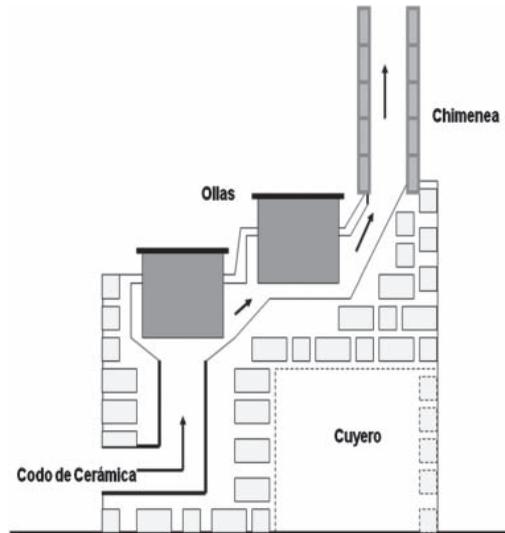
## Ventajas

- Mejora la calidad de la combustión por lo tanto el humo tiene menos compuestos contaminantes.
- Mayor aprovechamiento del calor debido a que la cámara de combustión está aislada y la llama y los gases de combustión están en contacto más íntimo con las ollas.
- Eficiente evacuación de humos



debido a que tiene una chimenea.

- Menor exposición de la persona que usa la cocina, a la radiación del fuego.
- Disminución de la presión sobre el bosque debido a que el consumo de leña es menor.



## PARTES DE LA COCINA



### Armazón de la cocina

Es la estructura base hecha de adobe y barro sobre la cual se instalan los diferentes componentes de la cocina.

### Cámara de Combustión

La función de cámara de combustión la realiza un codo cerámico de 13 cm de diámetro interno, 30 cm de largo y 30 cm de altura, hecho de arcilla refractaria, metal o ladrillo, el cual se instala con un recubrimiento de ceniza (10 cm. aprox.) para evitar fugas de calor.



### Losa de Concreto

Es una estructura que sirve de soporte para las ollas; la Cocina Inkawasi tiene dos losas pequeñas que se instalan en forma de cascada y cada una de estas losas cuenta con un agujero que sirve para sumergir las ollas y para ensamblar la chimenea.



### Chimenea

Es un componente cuya función es mantener una inducción adecuada de aire dentro de la cámara de combustión y evacuar los humos de la combustión en forma eficaz; en la parte superior se le ensambla un protector contra la lluvia y vientos. Puede ser hecha de metal, concreto o adobe.

## PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA COCINA INKAWASI

## Almacén de la cocina

## Materiales

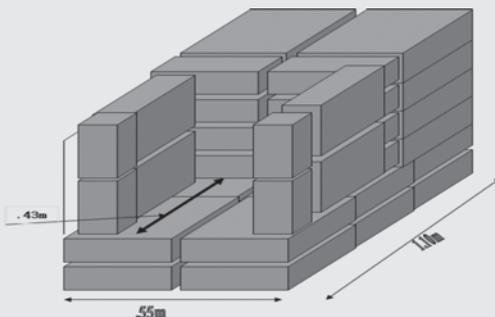
- 40 adobes de 30cm x 20cm x 10cm
- barro



## Procedimiento

- Levantar una plataforma de 55cm de ancho x 1m de largo usando para construirla dos hileras de adobe.
- Continuar levantando la plataforma con un tamaño menor : 55 cm de ancho x 67cm de largo utilizando cuatro hileras de adobe
- Levantar en la dirección del largo de la estufa dos muros, pero colocando el adobe de canto, con lo cual quedará una especie de caja en donde posteriormente será instalada la cámara de combustión.

En la siguiente figura se ilustra lo mencionado



## Instalación de la cámara de combustión

## Materiales

- Cámara de combustión de arcilla refractaria y un espesor de 3cm. aproximadamente
- 2 latas de ceniza.
- Barro
- 4 adobes

## Procedimiento

La cámara de combustión se coloca en L en la parte central de la estructura del almacén de la cocina , como se ilustra en la siguiente foto.



Se nivela horizontal y verticalmente y el espacio entre los muros y codo cerámico se rellena con ceniza según se muestra a continuación



## PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA COCINA INKAWASI

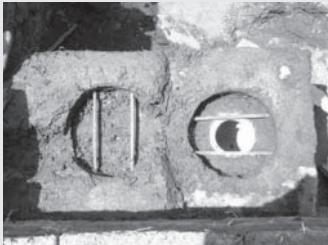
### Construcción de los agujeros y túneles

#### Materiales

- barro
- 4 varillas de hierro de 1/2 pulg. de diámetro y 40 cm. de longitud

#### Procedimiento

- Sobre la superficie plana en la boca superior de la cámara de combustión se coloca el molde para agujeros en forma concéntrica con la boca de la cámara.
- Por la parte externa del molde se rellena con barro una altura de 2.5cm.



- Se retira el molde y se colocan 2 piezas de hierro en la dirección del largo de la estufa y separadas por el diámetro de la boca de la cámara.
- Se nivelan las varillas ya que sirven para soporte de las ollas.
- Luego se coloca otra vez el molde y se rellena con barro una altura de 6 cm.
- Se deja secar un poco y luego se excava un canal hacia la segunda hornilla con las siguientes medidas : 12 cms de ancho x 6 cms de altura x 7 cms de largo.

### Construcción de la losa de concreto

#### Materiales

- 3.8 Kg. de cemento Portland.
- 2 latas de pintura arena.(13cm de altura de lata)
- 1 cubeta de arena.
- 2 vueltas de alambón.
- agua

#### Procedimiento

- Sobre una superficie plana se coloca papel o plástico para evitar que cuando se vacee el concreto este pueda adherirse a la superficie.
- Se coloca el encofrado de madera y se colocan los moldes de los agujeros en sus respectivas posiciones, procediéndose a vaciar la mezcla un espesor de 1.5cm para luego colocar el alambón.



- Se continua relleno hasta dejar una superficie plana y pulida al ras del encofrado.
- Se deja fraguar mínimo 2 horas y se retira el encofrado y moldes.

## PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA COCINA INKAWASI

### Instalación de la losa de concreto

La instalación se realiza después de 5 días, durante los cuales se rocía con agua la losa periódicamente para asegurar un buen curado. Se echa una pequeñísima capa de barro sobre la superficie plana, en la parte superior de la estructura de barro.

Se coloca primero la losa de la primera hornilla, asegurándose que quede centrada y nivelada

Luego, se coloca la segunda losa teniendo los mismos cuidados que para la primera.



El desnivel entre la primera y segunda losa debe ser aproximadamente 8cm

### Construcción de la chimenea

Se efectúa según se muestra en las siguientes fotos



Los materiales que se utilizan para construir la chimenea de adobe son los siguientes:

- 80 adobes de 12cm x17cm x7cm
- Barro
- 1 capucha protectora de metal
- 1 tubo metálico de 4 pulg. de diámetro
- 2.4 m de alambre galvanizado nº 16
- 4 kg de cemento
- 2 baldes de arena

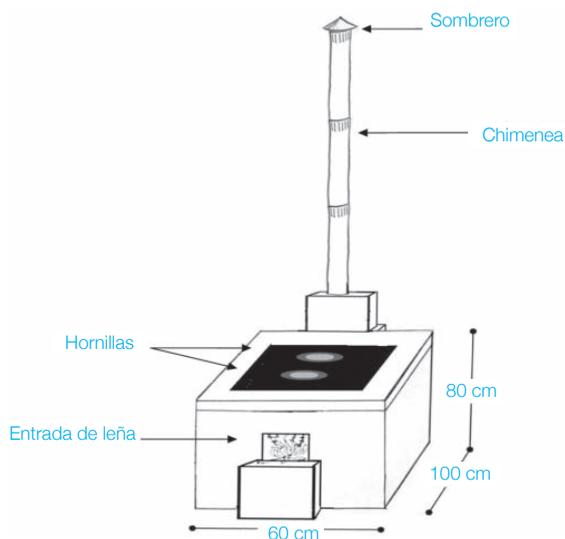
### Recomendaciones para la correcta operación y mantenimiento de la cocina Inkawasi

- Secar adecuadamente la leña antes de quemarla
- Introducir astillas por la parte superior de la cámara de combustión y varas pequeñas por la parte lateral para encender el fuego.
- Suministrar la leña de manera natural y racional de acuerdo a la intensidad de fuego deseado.
- Si no se utiliza alguna hornilla, calentar sobre ella agua en un recipiente o tapanla con una lata para direccionar el humo hacia la chimenea para su evacuación al exterior.
- Periodicamente retirar el material particulado (polvo y cenizas) depositado en túneles y agujeros.
- Retirar el material depositado en la chimenea (hollín). Realizar esta actividad cada 2 semanas o cuando note que la chimenea no está evacuando el humo eficientemente.
- Hay que tarrajear y pintar las paredes del ambiente de cocina para mejorar la comodidad y hacer de ella un ambiente agradable.

- Hay que abrir o incrementar ventanas para mejorar la ventilación y asegurar la evacuación del gas residual a la vez que se mejora la iluminación.
- Conservar ordenados y limpios los enseres y ambiente de cocina.

### 8.1.2 Cocina Mejorada ITACA<sup>61</sup>

Esta cocina se construye con una plancha de hierro que se coloca sobre una caja de bloques, ladrillos o adobes. Dentro de los bloques se coloca la caja de combustión hecha de baldosas o tejuelos en donde se quema la leña que calienta la plancha para cocinar.



La plancha se puede fabricar para tener una o dos hornillas. Si es de dos hornillas, la de delante sirve para cocinar, la de atrás para mantener caliente la comida ya cocida. Como tiene una chimenea, el humo sale fuera de la cocina.

#### Materiales

- Una plancha de hierro de 40cm x 80cm, de 6mm de grueso, con las hornillas cortadas, y un gancho para levantarlas.
- 45 bloques
- 8 tejuelos o baldosas (de 30cm x 30cm x 4cm)

- 16 ladrillos pequeños, o 8 grandes
- 50kg de cemento
- 2 tubos de alcantarillado de 15cm de diámetro
- 1 teja
- 2 cubetas de arena
- 4 cubetas de ceniza
- 8 cubetas de tierra
- 10 envases de vidrio

#### Herramientas



#### PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA COCINA MEJORADA ITECA

##### Preparación del trabajo

Se reúne todo el material y las herramientas, verificando que estén en buen estado para poder realizar el trabajo sin contratiempos.

Se prepara un espacio para trabajar cómodamente, tomando en cuenta que la preparación de las piezas del fogón va a generar un poco de polvo.

##### La caja de combustión y la salida del humo

Se remojan los tejuelos colocándolos en un balde (cubeta) con agua, hasta que dejen de salir burbujas. De esta manera son más fáciles de cortar y se genera menos polvo.

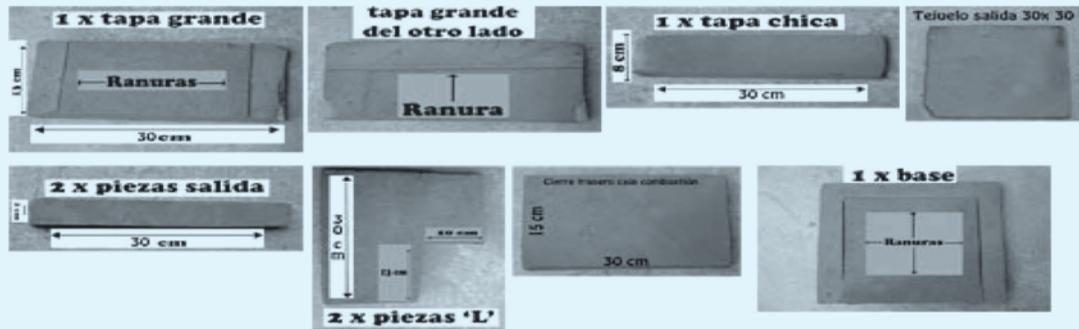
Para construir la caja de combustión se necesitan 5 tejuelos o baldosas.

<sup>61</sup> Fuente : [www.itacanet.org](http://www.itacanet.org)

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA COCINA MEJORADA ITECA

Para la salida se requiere 1 tejuelo entero y 2 tiras de 2cm de ancho.

Se cortan las piezas, haciendo ranuras en la tapa grande y en la base como se muestra a continuación.



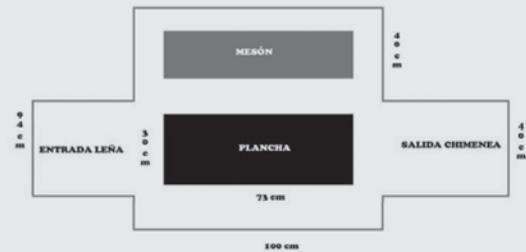
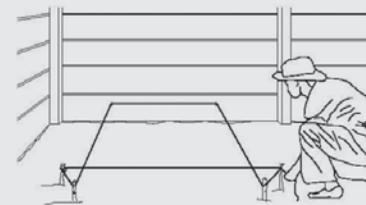
Levantiando la cocina

Antes de empezar se debe preparar el lugar donde se va a construir la cocina, asegurándose que el sitio está bien nivelado. La medida interior de la caja para una plancha de 40cm x 80cm es de 30cm x 75cm. La medida del exterior dependerá del material que se usa.

Luego, se inicia la colocación de los bloques. Para evitar que se cuarteen con el calor del fogón se recomienda colocarlos en seco, poniendo un poco de mezcla sólo en las aperturas entre los bloques desde fuera. Hay que realizar varios cortes de los bloques para que encajen bien.

Se usan 4 hiladas de bloques, aunque esto puede variar según la altura que se quiere tenga la cocina.

Luego de cada hilada de bloques, se rellena entremedio con tierra. Al llegar a la tercera hilada, se debe dejar un espacio para la entrada a la caja de combustión. En la última hilada, se corta 1 bloque en forma de U para la salida de la chimenea.



## PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA COCINA MEJORADA ITECA

### La chimenea

Para construir la salida de la chimenea, se necesitan 16 ladrillos.  
Se hace una caja dentro de la cual se coloca el tubo con la teja como sombrero que conduce el humo hacia afuera de la casa.

### Colocando la plancha

Una vez que está levantada la cocina, se coloca dentro la caja de combustión, y se rellena con ceniza cernida.  
También se puede agregar vidrio roto a la ceniza o algún material con propiedades térmicas adecuadas para ayudar a mantener el calor dentro de la cocina. Una vez rellena, podemos colocar encima la plancha de hierro.

### Repellando con cemento blanco

Para acabar la cocina y dejarla con un acabado bonito, se repella todo el exterior con cemento blanco.

### Dejar secar

Ya construida la cocina, se espera 3 días antes de empezar a usarla, para que se seque lentamente.

## USO DIARIO

La cocina mejorada tiene 2 hornillas que pueden usarse al mismo tiempo. Cuando no se usa una hornilla siempre debe tener su tapa para que no salga por ahí el calor y el humo.

Al meter la leña cuidar de no golpear los tejuelos o baldosas.

Usar ollas que se ajusten bien a las hornillas para que no se escape el calor.

Cuando se termina de usar la cocina tapar todas las hornillas de la cocina para que no se escape el calor.

## LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

Si el nivel de la ceniza debajo de la plancha baja con el tiempo, se puede ir rellorando con más ceniza cernida hasta alcanzar el nivel de la salida de la caja de combustión. Todos los días se debe limpiar la plancha y la caja de combustión quitando la ceniza. Cada mes se limpia la chimenea. Se puede golpear un poco el tubo para que caiga la ceniza o también se quita el sombrero de la chimenea para con un palo limpiarla desde arriba. Después quitando la plancha se saca con la mano la ceniza que cayó.

### Importante

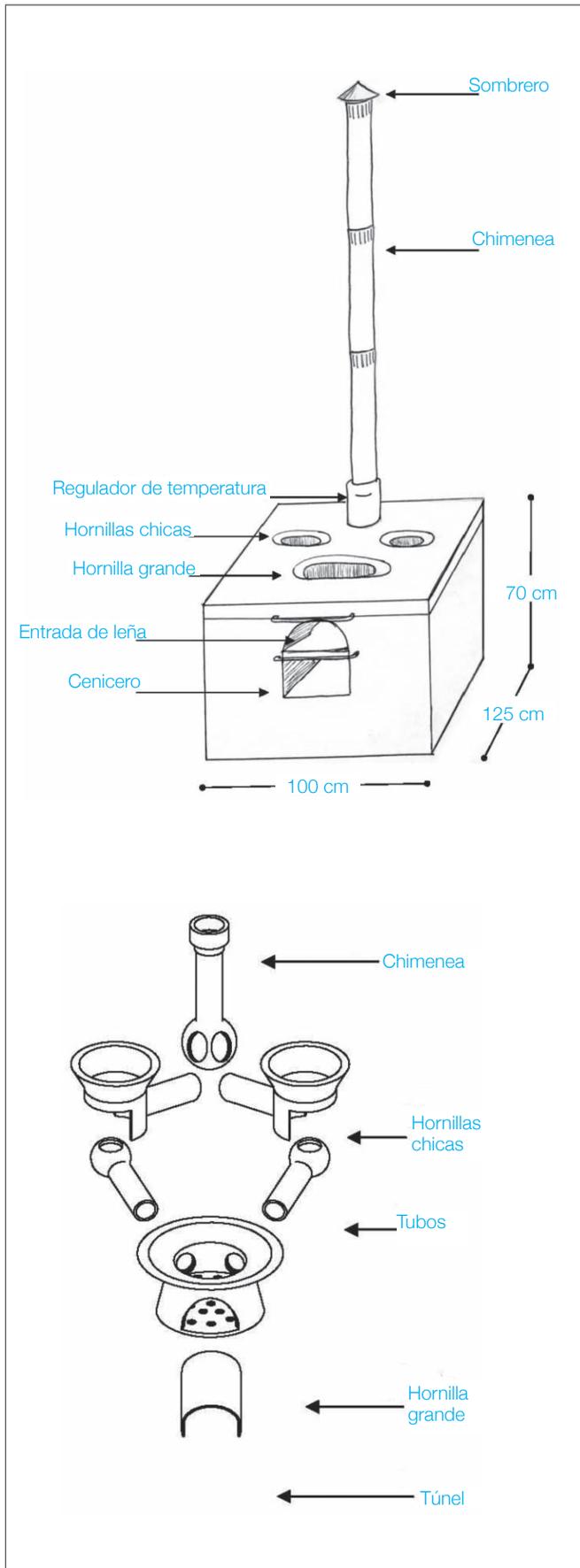
- Nunca apagar el fuego con agua porque se pueden romper los tejuelos.
- Hay que evitar los cambios bruscos de temperatura.
- Nunca dejar las hornillas destapadas porque se pierde calor.
- Meter la leña con cuidado para no golpear los tejuelos.
- Siempre usar leña seca para que queme mejor y produzca menos humo.
- Mantener bien limpia la cocina para que funcione bien y para mantener un ambiente de higiene y salud.



### 8.1.3 Estufa cerámica ITECA<sup>62</sup>

Esta estufa se construye con piezas de barro cocido que se arman dentro de una caja de bloc o ladrillo. Alrededor de las piezas de barro se colocan piedras que ayudan a guardar el calor del fuego, así que no se necesita mucha leña para preparar la comida.

<sup>62</sup> Fuente : [www.itacanet.org](http://www.itacanet.org)



La estufa tiene tres hornillas. Se puede usar solo una hornilla y tapar las otras dos o al mismo tiempo se puede preparar la tortilla, el café y el fríjol. Como tiene una chimenea, el humo sale fuera de la cocina.

### Materiales

- Un juego de piezas de barro para estufa cerámica
- 35 blocs de 12 x 20 x 40 cm
- 3 locetas de barro para piso (o ladrillos)
- 1/2 bulto de cemento (50kg)
- 1 bulto de calhidra (25kg)
- 3 tubos de lámina para chimenea
- 1 sombrero para chimenea
- 1 tapa para la hornilla grande (diámetro: 37cm)
- 2 tapas para las hornillas chicas (diámetro: 25cm)
- 1 ½ metro de alambroón
- Lámina de 25cm x 50 cm para hacer las compuertas
- Un puño de clavos de 2"
- 8 a 10 latas de arena
- tierra (como 5 costales)
- costal de tierra de hormiguero
- Varios puños de barro
- 15 a 20 piedras
- 4 tablas

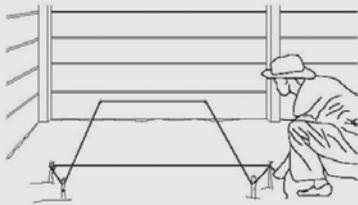
### Herramientas



## PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTUFA CERAMICA

### Preparar el lugar donde se construirá la estufa

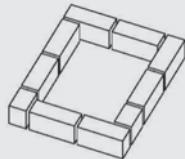
Decidir en qué lugar se quiere construir la estufa.  
Emparejar y nivelar el lugar donde se construirá.  
Poner un hilo de guía a la altura de la primera hilada de bloc.  
Tomar bien las medidas y verificar que el hilo esté nivelado.



### Pegar la primera hilada de bloc

Preparar la mezcla con:  
4 ½ latas de arena + ½ bulto de cal + ½ lata de cemento

Poner mezcla debajo de los blocs y acomodarlos para que lleguen hasta el hilo.  
Chequear con el nivel que la hilada quede derecha.  
Cuando se termina de pegar la primera hilada, se puede quitar el hilo.



### Llenar con tierra la primera hilada

Vaciar tierra dentro de la primera hilada e ir compactando.

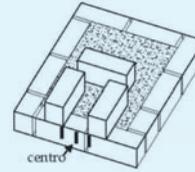


### Pegar la segunda hilada

Primero marcar el centro de la estufa.  
Medir y marcar 10cm desde el centro hacia un lado y 10cm hacia el otro lado.

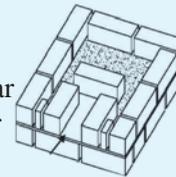
En cada marca poner un bloc como se ve en el dibujo.

Poner la pieza de la hornilla grande sobre estos dos blocs para estar seguros que se apoya bien sobre ellos.  
Poner la pieza del túnel para saber en donde va a estar la hornilla grande y poder poner un tercer bloc para apoyarla.  
Pegar los blocs de la segunda hilada, al final se verán como en el dibujo.



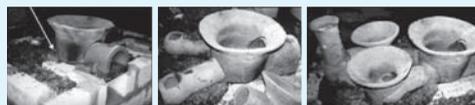
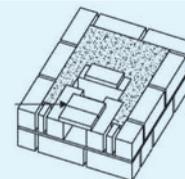
### Poner mezcla en la caja

Echar una capa de mezcla entre los tres blocs que forman la caja, debe quedar una plancha de 2cm, alisar con la cuchara de albañil.



### Cerrar la caja con tabique

Pegar los ladrillos sobre la caja de bloc.



### Llenar con tierra la segunda hilada

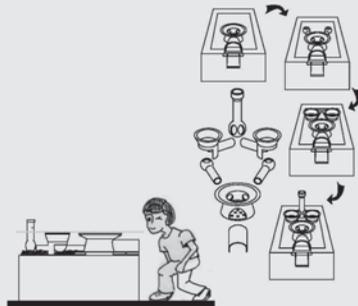
Vaciar tierra dentro de la segunda hilada e ir compactando hasta llenarla y dejar la tierra bien pareja.

### Colocar las piezas

Poner en su lugar el túnel y la hornilla grande.  
Enchufar los tubos a la hornilla grande.  
Sobre los tubos poner las hornillas

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTUFA CERAMICA

pequeñas apuntándolas hacia la chimenea.  
 Rellenar con tierra debajo de todas las piezas para que queden bien apoyadas.  
 Chequear que todas las piezas estén bien conectadas.  
 Verificar que las tres hornillas hayan quedado al mismo nivel. Si alguna esta más alta o más baja, escarbar o agregar tierra debajo para nivelarla.



**Sellar las uniones entre las piezas**

Preparar un poco de barro humedeciendo y amasando la tierra (lodo).  
 Poner el barro en todas las uniones entre una pieza y otra.



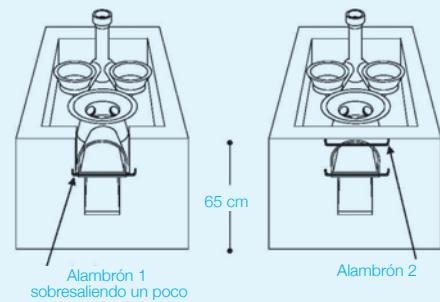
**Hacer los soportes de la puerta**

Cortar dos tramos de alambroón de 75cm.  
 Doblar el alambroón.



**Pegar la tercera hilada de bloc**

Primero poner uno de los alambrones debajo del túnel y echar mezcla para pegar el bloc.  
 Luego, pegar todos los blocs de la tercera hilada.  
 El otro alambroón ponerlo sobre la tercera hilada



**Llenar con piedra y arena la tercera hilada**

Acomodar las piedras alrededor de las piezas de barro, con cuidado de no romper las piezas.  
 Terminar de rellenar con arena todos los huecos que hay entre las piedras hasta llegar al nivel de la tercera hilada.



**Hacer la plancha**

Preparar una caja con 4 tablas.  
 Nivelar la caja para que sobresalgan 10cm.  
 Apuntalar la caja.  
 Preparar la mezcla con:  
 1 costal de tierra de hormiga + 5 paladas de arena + 1 palada de cemento + 1/2 bulto de cal.  
 Vaciar la mezcla en la caja de madera y alisarla con la cuchara de albañil.



## PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTUFA CERAMICA

### Esperar dos semanas

No se puede usar la estufa hasta que la mezcla este bien seca, por ello se debe esperar dos semanas antes de seguir construyendo la estufa.

Cuando está seca la estufa se puede quitar la caja de madera y terminarla.

### Instalar la chimenea

Conectar los tubos de lámina a la chimenea.

Poner el sombrero en la punta de la chimenea para que no entre agua.  
Preparar la lámina reguladora.

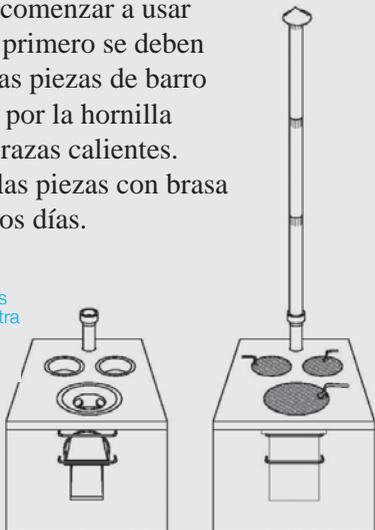
### Colocar la puerta de la estufa

Preparar la puerta con lámina y madera.  
Colocar la puerta en los alambrones.

### Calentar la estufa

Antes de comenzar a usar la estufa, primero se deben calentar las piezas de barro metiendo por la hornilla algunas brazas calientes.  
Calentar las piezas con brasa durante dos días.

LISTO  
Ya podemos  
estrenar nuestra  
estufa!



## USO DIARIO

- La estufa cerámica tiene tres hornillas que pueden usarse al mismo tiempo.

- Cuando no se usa una hornilla siempre debe tener su tapa para que no salga por ahí el calor y el humo.
- Meter la leña con cuidado de no golpear las piezas.
- Para encender la estufa primero abrir la tapa del cenicero y jalar un poco la puerta en la salida de humo.
- Cuando se está cocinando se medio abre la puerta en el tubo de la chimenea. Si no se está usando la estufa, entonces debe estar cerrado.
- Usar ollas que se ajusten bien a las hornillas para que no se escape el calor.
- Poner con cuidado las ollas sobre las hornillas para que no se rompan.
- Cerrar todas las hornillas y puertas de la estufa cuando se deja de usarla para que no se escape el calor que guardan las piedras y al día siguiente se pueda aprovechar. Si se guarda el calor la estufa se calienta más fuerte y más rápido al día siguiente.

## LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

- Todos los días se debe limpiar el cenicero. Limpiar teniendo cuidado de no mojar las piezas con agua fría para que no se rompan.
- Cada semana limpiar los tubos y las hornillas de cerámica.
- Cada mes limpiar la chimenea. Se puede golpear un poco el tubo para que caiga la ceniza o también se quita el sombrero de la chimenea para con un palo limpiarla desde arriba. Después se saca la ceniza que cayó, metiendo la mano por las hornillas.

## Importante

- Nunca apagar el fuego con agua porque se pueden romper las piezas de cerámica. Hay que evitar los cambios bruscos de temperatura.
- Nunca dejar las hornillas destapadas

- porque se pierde calor.
- Cuando la estufa no esta en uso deben estar tapadas las tres hornillas, cerrar el cenicero, la entrada de leña y la salida de humo.
- Meter la leña con cuidado para no golpear las piezas.
- Mantener bien limpia la estufa para que funcione bien.
- Si se agrieta una pieza de cerámica o la plancha de la estufa no hay que preocuparse ya que se puede seguir usando la estufa. Se puede parchar la grieta con un poco de barro.

## 8.2 LAVADEROS COMUNITARIOS, PILETAS PÚBLICAS Y LAVAMANOS RURALES

Cuando las comunidades rurales no cuentan con abastecimiento de agua potable en las viviendas, sus habitantes tienen que buscar donde realizar diversas actividades domésticas, como por ejemplo el lavado. Muchas veces solo encuentran lugares incómodos con condiciones que pueden afectar su salud (insolación etc). Este problema se presenta con frecuencia en las márgenes de los ríos, lagos, quebradas, zonas de riego, donde la población se ubica en los canales, descargas de pozos, norias entre otros; para poder utilizar el agua existente para lavar, ocasionando la contaminación de las fuentes de agua, arriesgando la salud propia y la de sus familiares y vecinos.

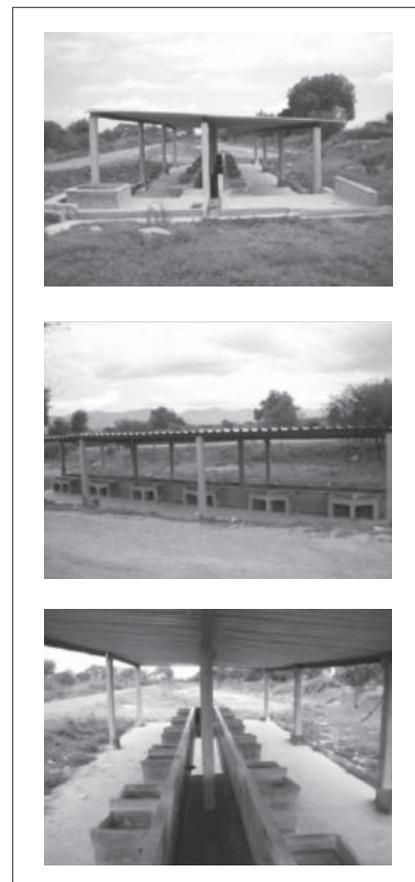
Para disminuir este problema en zonas rurales que no tienen servicio domiciliario, puede ser apropiado construir lavaderos comunitarios.

El área de lavaderos que se construya podría contar con:

- Un tanque que pueda almacenar un volumen variable de agua, de acuerdo a las características de la fuente y necesidades de la población.
- Lavaderos con un sistema de desagüe para evitar encharcamientos.
- Un techado que puede ser de lámina, teja u otros materiales, que tiene la función de evitar que las personas estén expuestas a los rayos del sol y la lluvia..

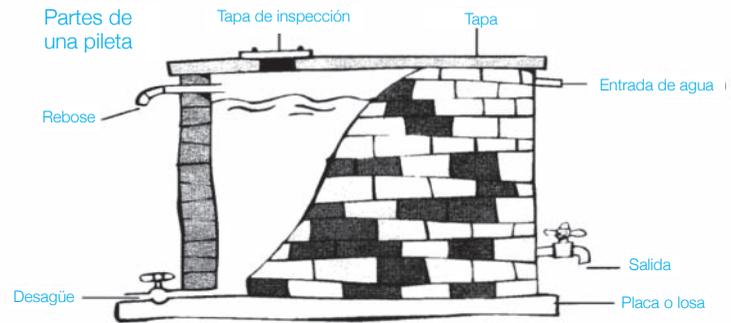
Dependiendo de la fuente de abastecimiento disponible los lavaderos comunitarios se pueden adaptar. En caso de que estos se construyan al borde de los ríos, debe considerarse un lugar donde las crecientes de los mismos no los afecten.

En las siguientes figuras se ilustra lo mencionado en párrafos anteriores.



### 8.2.1. Construcción de una pileta pública

En la siguiente figura se pueden observar las partes de una pileta y luego se presenta un cuadro en el cual están especificados los materiales necesarios para construir la pileta con un tanque de almacenamiento de 1 m<sup>3</sup> de capacidad.



#### MATERIALES NECESARIOS PARA CONSTRUIR UNA PILETA CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 1M<sup>3</sup> DE CAPACIDAD

Materiales	Unidad	Cantidad
Bloque de arena de río <sup>63</sup>	Un.	100
Cemento gris	Saco	6
Arena de río gruesa <sup>64</sup>	m <sup>3</sup>	1
Arena de río fina <sup>65</sup>	m <sup>3</sup>	1
Varilla de 3/8" de 6m Long.	Un.	3
Llave terminal galvanizada de 1/2"	Un.	2
Unión galvanizada 1/2"	Un.	2
Tubo galvanizado 1 1/2"	M	1.5
Codo galvanizado 1/2"	Un.	2
Tapa desagüe	Un.	1
Alambre dulce	Kg	0.1

63 Medidas 20x10x40 cm.

64 Triturado grueso

65 Triturado fino

#### Dimensiones del bloque

Largo: 40 cm

Alto: 12 cm

Ancho: 10 cm

Si se utilizo ladrillo común (24x10x7cm) se necesitan 160 unidades para una pileta de 1m<sup>3</sup>

#### Triturado grueso

También recibe el nombre de mixto. Es una arena utilizada para fundir la base o placa de la pileta.

#### Triturado delgado

La arena fina de río se utiliza en la zona de la costa para pañetar los tanques. En el interior se puede utilizar la arena de peña.

#### PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PILETA PÚBLICA

##### Nivelación y compactación del terreno

De acuerdo con las condiciones del terreno se debe nivelar y compactar el área donde se va a construir la pileta. La compactación se realiza golpeando el terreno con un pisón para permitir estabilidad en la estructura<sup>66</sup>.

66 Ministerio de Desarrollo Económico, OPS/OMS, Banco Mundial, Tecnologías Apropriadas en Agua Potable y Saneamiento, segunda edición, Colombia, 2000, 152 páginas.

## PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PILETA PÚBLICA

## Placa de base

Coloque una guía de madera o bloque para fundir la placa con un espesor de 10cm y utilice una mezcla de concreto 1:2:3. En la siguiente figura se muestra cómo preparar la mezcla.

## Preparación de la mezcla de concreto 1:2:3

El concreto es una mezcla de tres elementos en las siguientes proporciones:



Si utiliza arena gruesa o mixta, prepare la mezcla en las siguientes proporciones:



Añade a la mezcla agua, hasta obtener una consistencia pastosa.

Coloque esta mezcla en el área demarcada para la base de la pileta.

- Emparejar la superficie utilizando una llana metálica o de madera. Dejar secar la placa durante cuatro o cinco días aproximadamente, rociándola con agua tres veces al día para evitar la presencia de fisuras.
- Antes de colocar los bloques o ladrillos se debe instalar la tubería de desagüe. Coloque los ladrillos encima de la placa en hiladas horizontales utilizando una mezcla o mortero de pega 1:3, es decir, una proporción de arena por tres de cemento. Instalar las llaves a 20cm de la base.

## Aplicar una mezcla de cemento y arena

Al interior y exterior de las paredes para impermeabilizar el tanque. Después de colocar la mezcla en las paredes del tanque, rocíalas con agua durante tres días, tres veces por día.

## Elaboración de la tapa

Según se muestra en la siguiente figura, sobre un marco de madera (formaleta) y con dimensiones de área de la pileta, colocar las varillas en forma de parrilla, espaciadas a 15cm. Preparar una mezcla de mortero 1:3 con cemento y triturado para fundir la placa, con un espesor de 5 cm aproximadamente. Rociar la tapa con agua durante tres veces al día y quitar la formaleta al tercer día. Colocar la tapa sobre el tanque de almacenamiento. La tapa del tanque también se puede elaborar en secciones con sus respectivas manijas para facilitar su manipulación.



## MANTENIMIENTO

- Los tanques deben estar correctamente tapados con una cubierta que encaje con exactitud.
- Se recomienda hacer un chequeo alrededor del área de la pileta o del tanque de almacenamiento para evitar el ingreso de agentes contaminantes en el área.
- No deben existir residuos de basuras, ni excrementos, ni animales cerca del área.
- Es recomendable construir un canal para desviar las aguas superficiales que se puedan depositar cerca del área.
- En los tubos de rebose y salida del agua se deben instalar mallas en los extremos para evitar la entrada de pequeños animales y mosquitos que puedan contaminar el agua.
- Periódicamente se deben revisar las instalaciones y conexiones. Si se presentan escapes deben ser sellados de inmediato.

## MEDIDAS DE CONTROL

- Para mantener un suministro adecuado de agua en el sector, se debe nombrar un fontanero y un delegado en cada pileta, quienes coordinarán el suministro de agua a la comunidad en sus respectivos horarios y turnos.
- Revisar cada una de las piletas durante las horas de distribución para verificar que estén operando correctamente y en caso contrario hacer las reparaciones de rigor.
- El fontanero o la persona encargada informará a la comunidad sobre la suspensión del servicio por reparaciones o mantenimiento.

### 8.2.2 Construcción de lavamanos

A continuación se presentan dos experiencias desarrolladas por la ONG

COMENSA<sup>67</sup> en comunidades del departamento “El Quiché” de Guatemala, principalmente a nivel de escuelas, con el objetivo de mejorar aspectos relacionados con la higiene y el lavado de manos.

#### Primer caso

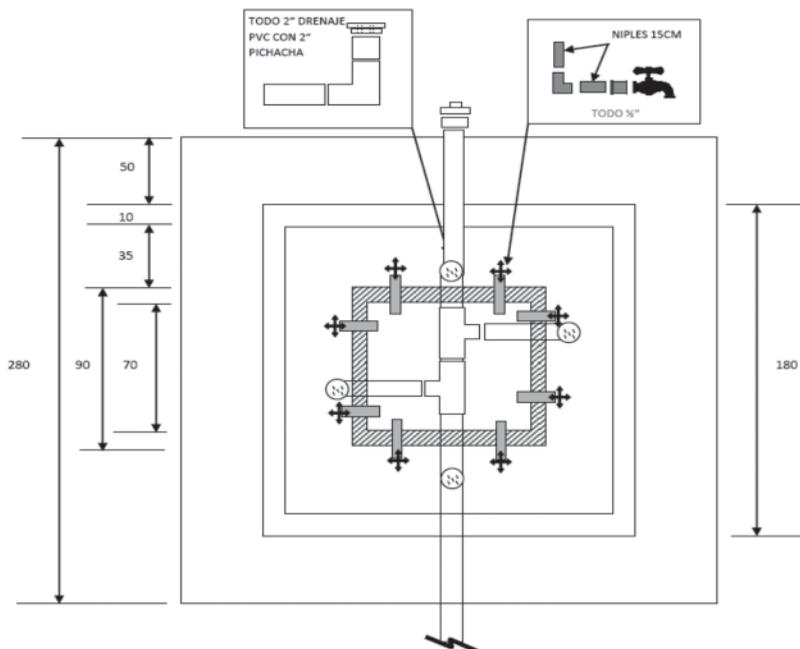
Lavamanos que puede ser utilizado por 8 niños o niñas al mismo tiempo. En las siguientes figuras se presentan una foto, un corte y una vista superior, que ilustran la construcción del mismo.

Nota: Todas las dimensiones que aparecen en las figuras de los lavaderos de COMENSA, están en centímetros.



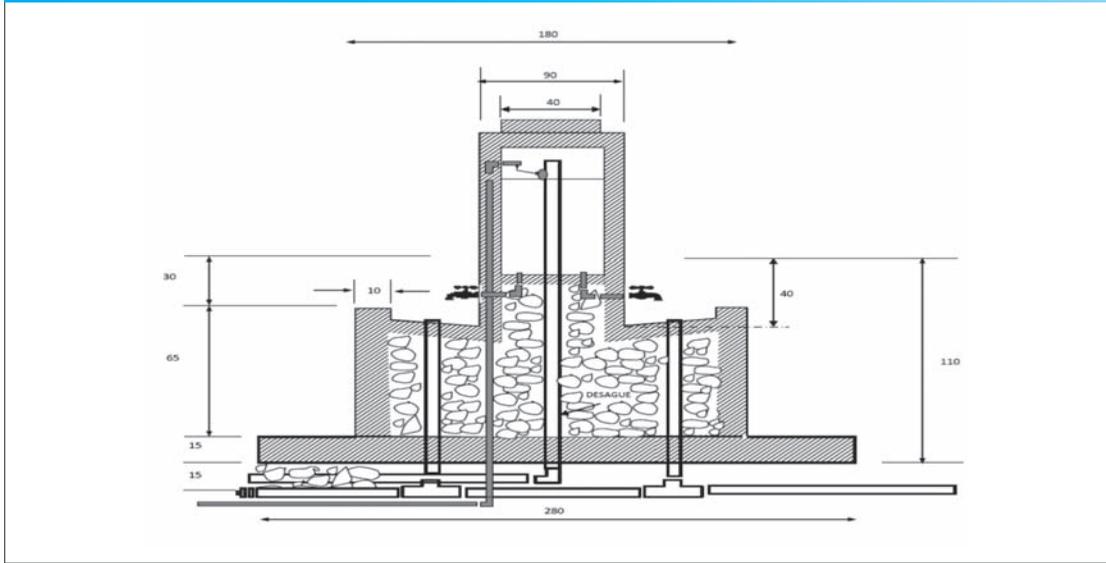
Foto cortesía de Lynn Roberts (COMENSA)

#### VISTA SUPERIOR DEL LAVAMANOS



<sup>67</sup> Roberts, Lynn, Experiencias de Agua Para la Salud y COMENSA, Quiché, Guatemala, 2005.

**CORTE DEL LAVAMANOS**



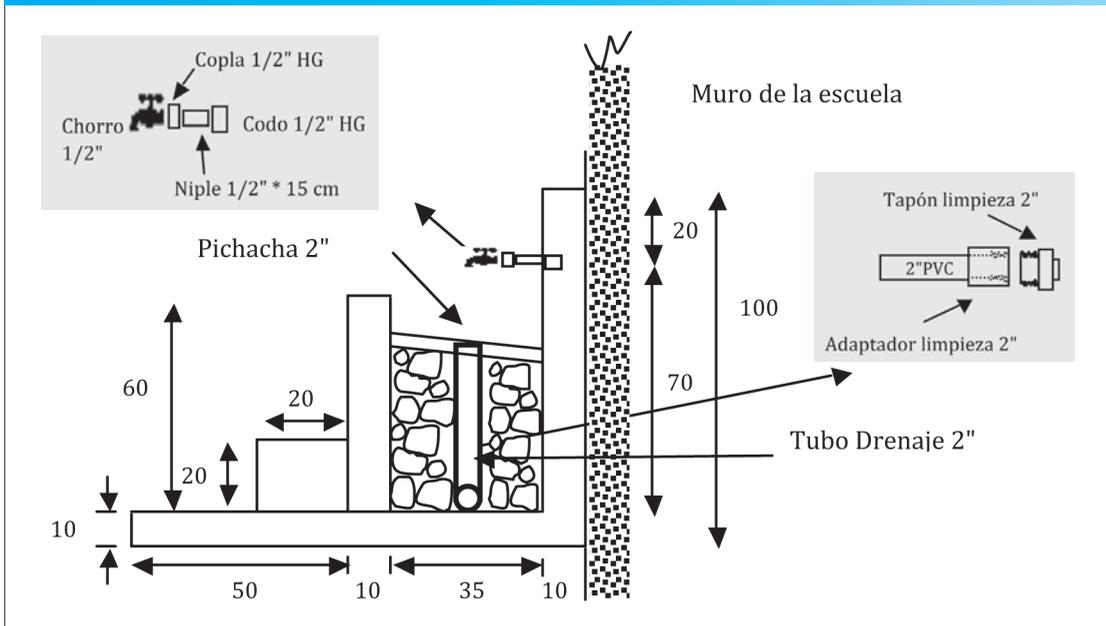
**Segundo caso**

Lavamanos llamado por COMENSA “tipo tanque” instalado en la comunidad “Xetonox ( Quiché). En las siguientes figuras se ve a ninas utilizando el lavamanos, además de un corte, una elevación y vista frontal que ilustran la construcción y detalles del lavamanos. La última figura muestra las características relacionadas con el drenaje dentro del lavamanos.

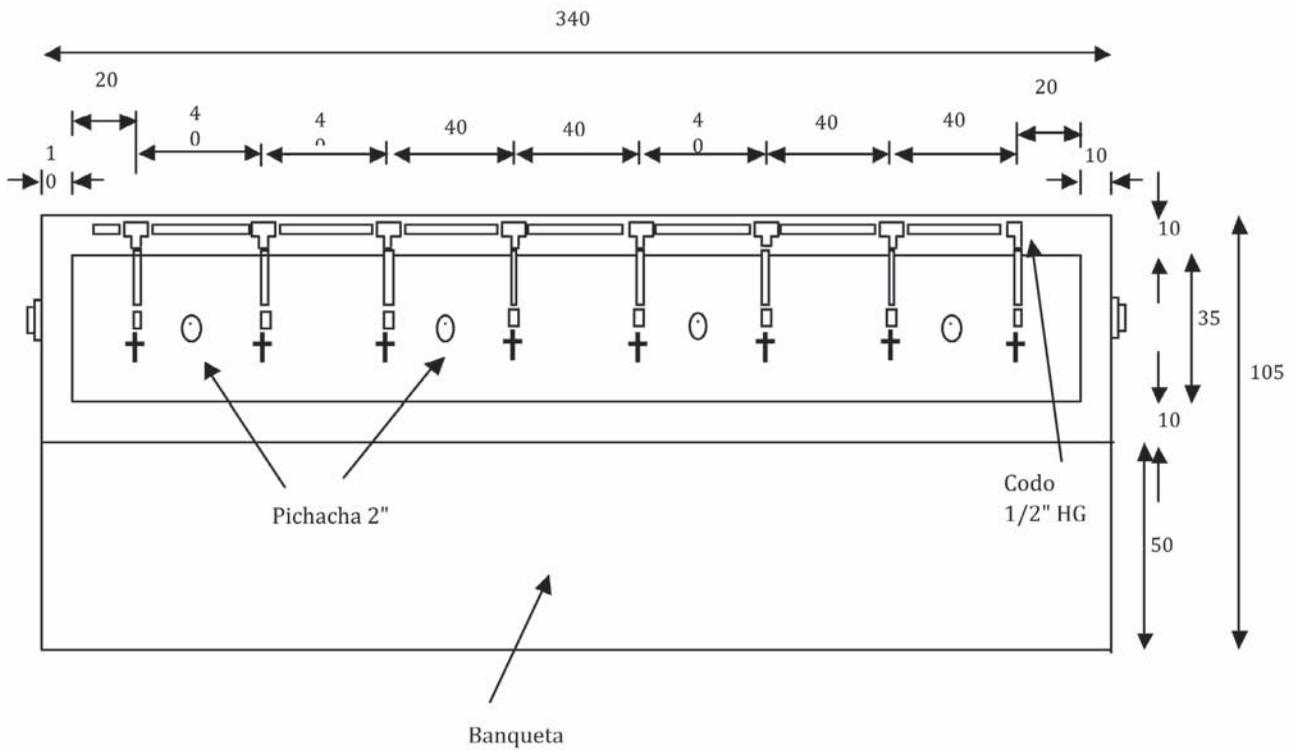
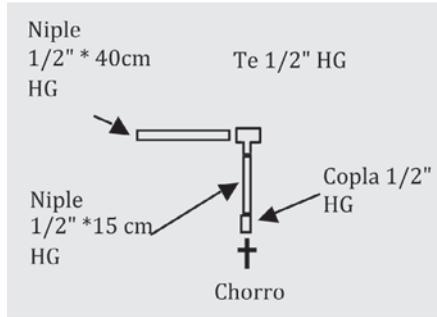


Foto cortesía de Lynn Roberts (COMENSA)

**CORTE DEL LAVAMANOS**



**ELEVACION DEL LAVAMANOS Y DETALLES DEL CHORRO**





Fotografía cortesía de Carlos Oajaca

# Glosario

- **Afloramiento:** Punto o zona por donde fluye el manantial hacia la superficie.
- **Aforo:** Medición del flujo del manantial expresado generalmente en litros por segundo (L/s).
- **Aleros:** Parte de la estructura de la captación que actúa como una barrera impermeable, marca el límite lateral de la captación y permite que el agua sea conducida a la cámara húmeda.
- **Almacenamiento:** Acción de acumular y conservar el agua con fines domésticos.
- **Aparato Sanitario:** Dispositivo diseñado para que brinde comodidad a la persona al momento de defecar.
- **Área de captación:** Área comprendida entre la cámara húmeda, los aleros y la zona o punto de afloramiento.
- **Área de protección:** Sector circular comprendido entre la captación y un radio de 100 a 150 metros hacia atrás como medida de recarga del acuífero.
- **Arrastre hidráulico:** Fuerza de tracción que produce el agua para la evacuación de los excrementos desde el aparato sanitario hasta el hoyo o pozo.
- **Bacteria:** organismo microscópico unicelular que carece de núcleo diferenciado pero posee material cromosómico. Pueden vivir libres o agruparse. Su tamaño varía entre 0.2 y 3 micras.
- **Barraje:** Presa que permite concentrar el caudal del manantial para conducirlo a la cámara húmeda.
- **Basura:** todo residuo sólido o semisólido –con excepción de excretas de origen humano o animal- que carece de valor para el que la genera o para su inmediato poseedor. Están comprendidos en la misma definición los desechos, cenizas, elementos de barridos de calles, residuos industriales, de hospitales, y de mercados, entre otros. Es sinónimo de desechos o residuos sólidos.
- **Berma:** Espacio entre el talud y el declive exterior del terraplén.
- **Biodegradable:** dicho de la materia orgánica, cualidad de ser metabolizada por medios biológicos.
- **Brocal:** Anillo de protección del hoyo de la letrina. Se ubica en la parte superior de este y sirve para estabilizar la boca del hoyo, sostener la loza y para impedir el ingreso del agua de lluvia.
- **Caja repartidora:** Dispositivo destinado a derivar los desechos fisiológicos al hoyo en operación.
- **Cámara:** Obra fabricada con mampostería, compuesta de ladrillos o bloques de piedra unidos con mortero de cemento-arena, concreto simple o reforzado, que se levanta sobre el nivel natural del suelo para depositar las heces humanas, las orinas y el material de limpieza anal.
- **Cámara húmeda:** Compartimiento donde se colecta toda el agua captada.
- **Cámara seca:** Compartimiento donde se ubican las válvulas y accesorios de control de la captación.

- **Captación:** Superficie destinada a la recolección del agua para un fin beneficioso.
- **Caseta:** Ambiente construido con materiales de la comunidad. Sirve para dar privacidad al usuario de una letrina.
- **Celda:** Conformación geométrica que se les da a los residuos sólidos municipales (RSM) y al material de cubierta debidamente compactado mediante equipo mecánico o por los trabajadores de un relleno sanitario.
- **CEPIS:** Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales.
- **Cloro:** Elemento químico con número atómico 17 y peso atómico 35,457. Gas verde amarillento, asfixiante. Símbolo Cl.
- **Compactación:** Acción de presionar cualquier material para reducir los vacíos existentes en él. El propósito de la compactación en el relleno sanitario es disminuir el volumen que ocuparán los RSM a fin de lograr una mayor estabilidad y vida útil.
- **Conducto:** Tubería destinada a transportar los desechos fisiológicos desde el aparato sanitario hasta el punto de disposición final pasando por la caja repartidora.
- **Corte:** acción de rebajar por medios mecánicos o manuales un material; en este caso, el terreno donde se construirá el relleno sanitario.
- **Degradable:** Dicho de determinadas sustancias o compuestos, cualidad de descomponerse gradualmente mediante medios físicos, químicos o biológicos.
- **Densidad:** Masa o cantidad de materia de un determinado RSM contenida en una unidad de volumen.
- **Desinfección:** destrucción selectiva de organismos que producen enfermedades.
- **Diseño:** trazo o delineación de una obra o figura. Se aplica el término al proyecto básico de la obra.
- **Disposición final:** Depósito definitivo de los RSM en un sitio en condiciones adecuadas para evitar daños a los ecosistemas.
- **Dren:** Estructura que sirve para el saneamiento y eliminación del exceso de humedad en los suelos.
- **Generación o producción:** Cantidad de RSM originados por una fuente en un período determinado.
- **Hipoclorito de calcio:** Sustancia química derivada del ácido hipocloroso y calcio que actúa sobre microorganismos, eliminándolos.
- **Hipoclorito de sodio:** Sustancia química derivada del ácido hipocloroso y sodio que actúa sobre microorganismos, eliminándolos.
- **Hoyo o Pozo:** Cavidad que se realiza en la tierra con una determinada profundidad, el cual servirá para depositar las heces humanas y material de limpieza anal.
- **Impacto Ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- **Interceptor:** Dispositivo dirigido a captar las primeras aguas de lluvia correspondiente al lavado del área de captación y que pueden contener impurezas de diversos orígenes.

- **Letrina:** Estructura que se construye para disponer los excrementos o material fecal, con la finalidad de proteger la salud de la población y evitar la contaminación del suelo, aire y agua.
- **Límite de protección:** Perímetro alrededor de la caja de captación que debe ser preservada para la protección a la contaminación.
- **Lixiviado o percolado:** Líquido producido fundamentalmente por la precipitación pluvial que se infiltra a través del material de cobertura y atraviesa las capas de basura, transportando concentraciones apreciables de materia orgánica en descomposición y otros contaminantes. Otros factores que contribuyen a la generación de lixiviado son el contenido de humedad propio de los desechos, el agua de la descomposición y la infiltración de aguas subterráneas.
- **Lombricultura:** Cultivo de lombrices del género Eisenia Foétida, utilizado en la producción de alimento para animales y de humus, mejorador de suelos.
- **Losa:** Estructura de concreto armado u otro material resistente que se construye sobre el brocal y sirve para soportar al usuario.
- **Manantial de fondo:** Agua subterránea que fluye hacia la superficie por efecto de la presión ejercida por el acuífero confinado, también denominado de flujo artesiano.
- **Manantial de ladera:** Agua subterránea que fluye hacia la superficie por efecto de la gravedad.
- **Mantenimiento:** Acciones permanentes que se realizan con la finalidad de conservar un adecuado estado de funcionamiento de los componentes o partes del sistema.
- **Mantenimiento Correctivo:** Consiste en las acciones que se efectúan para reparar daños o reponer piezas deterioradas por el uso.
- **Mantenimiento Preventivo:** Es aquel que se realiza con una frecuencia determinada con la finalidad de prevenir y evitar daños al sistema.
- **Material de cobertura:** Capa superficial de tierra en cada celda que tiene como finalidad aislar los residuos del ambiente externo, controlar infiltraciones y la presencia de fauna nociva.
- **Material Permeable:** Grava clasificada por donde discurre el agua ente el punto de afloramiento y la cámara húmeda.
- **Nivel de Servicio:** El grado de satisfacción en la utilización de las opciones tecnológicas, pueden ser familiar o multifamiliar.
- **Nivel freático:** Profundidad a la que se encuentran las aguas freáticas. Este nivel baja en tiempo de estiaje y sube en etapas de lluvias.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud
- **Opción Tecnológica:** Solución de ingeniería que puede aplicarse en función de las condiciones físicas, económicas y sociales de la comunidad. Como opciones tecnológicas se puede mencionar: letrinas, tanto en medio húmedo como en seco: sistemas de alcantarillado de pequeño diámetro, simplificado y condominal.

- **OPS:** Organización Panamericana de la Salud
- **Operación:** Conjunto de acciones que se efectúan para poner en funcionamiento a todos los componentes o partes de un sistema de agua potable.
- **Operador:** Persona calificada responsable de la operación y mantenimiento de las instalaciones de agua potable.
- **Pendiente:** Inclinación que tiene un terreno o cualquier elemento tomando como base la relación entre la longitud horizontal y la vertical.
- **Permeabilidad:** Es la capacidad del suelo para conducir o transportar un fluido cuando se encuentra bajo un gradiente. Varía según la densidad del suelo, el grado de saturación y el tamaño de las partículas.
- **Pozo de monitoreo:** Perforación profunda que se hace en un relleno sanitario para medir la cantidad de biogás y la calidad de los lixiviados que allí se generan.
- **Pozo de percolación:** Hoyo profundo realizado en la tierra para infiltrar el agua residual sedimentada en el tanque séptico.
- **Rebose:** Sistema que permite evacuar el excedente de agua hacia el exterior de la captación.
- **Reciclaje:** Proceso mediante el cual ciertos materiales de la basura se separan, recogen, clasifican y almacenan a fin de reincorporarlos al ciclo productivo como materia prima.
- **Recuperación:** Actividad relacionada con la obtención de materiales secundarios, bien sea por separación, desempaquetamiento, recolección o cualquier otra forma de selección de los RSM con el objeto de reciclarlos o volverlos a utilizar.
- **Residuo sólido comercial:** Aquel generado en establecimientos comerciales o mercantiles (almacenes, hoteles, restaurantes, cafeterías y mercados).
- **Residuo sólido doméstico:** El que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado por las actividades realizadas en viviendas o cualquier otro establecimiento con características similares.
- **Residuo sólido industrial:** Aquel generado en actividades propias de este sector como resultado de los procesos de producción.
- **Residuo sólido institucional:** Aquel generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, penitenciarios, religiosos; también en terminales aéreas, terrestres, fluviales o marítimos y en oficinas.
- **Residuo sólido patogénico:** El que por sus características y composición puede ser reservorio o vehículo de infección.
- **Reúso:** Es el retorno de un bien o producto a la corriente económica para ser utilizado de la misma manera que antes, sin cambio alguno en su forma o naturaleza.
- **Saneamiento:** Control de todos los factores del ambiente físico del hombre que ejercen o pueden ejercer un efecto pernicioso en su desarrollo físico, salud y supervivencia.

- **Sellado:** Capa de concreto o material impermeable que se dispone sobre el material permeable, para evitar la contaminación de las aguas colectadas.
- **Separación de los residuos sólidos:** Actividad que facilita el manejo integral de los RSM ya que los divide en orgánicos e inorgánicos, peligrosos y no peligrosos.
- **Talud:** inclinación de un dique, terraplén o desmonte.
- **Tanque séptico:** Cámara impermeable donde las aguas residuales de la vivienda son sometidas a un proceso de sedimentación y los desechos orgánicos a descomposición húmeda.
- **Tapa de hoyo:** Objeto construido de madera o metal que debe sellar herméticamente el orificio de la losa o tasa.
- **Terraplén:** Macizo de tierra con que se rellena un hueco o que se levanta para hacer una defensa, un camino u otra obra semejante.
- **Terrazas:** Ordenamiento de las pendientes muy inclinadas con el fin de crear parcelas horizontales.
- **Trampa:** Dispositivo con que se encuentra equipado el aparato sanitario y que propicia la formación de sello de agua o sello hidráulico para impedir la salida hacia la caseta, de los malos olores que se puedan producir en el hoyo.
- **Tratamiento:** Proceso de transformación físico, químico o biológico de los excrementos, aguas residuos, o residuos sólidos, con el fin de obtener beneficios sanitarios y/o económicos y de reducir o eliminar sus efectos nocivos en el hombre y el ambiente.
- **Vectores:** Seres vivos que intervienen en la transmisión de enfermedades al llevarlas de un enfermo o de un reservorio a una persona sana.
- **Ventana:** Orificio por donde fluye el agua hacia la cámara húmeda.
- **Ventilación:** Conducto destinado a eliminar los malos olores y controlar el ingreso de insectos que pudieran afectar el buen funcionamiento de la letrina. Puede ser circular o cuadrada.
- **Vida útil:** período durante el cual el relleno sanitario estará apto para recibir basura de una manera continua.
- **Zanja de coronación:** Es un canal perimetral ubicado en la parte superior de la captación, que permite colectar las aguas superficiales producto de las precipitaciones. Protege a la captación de contaminación por aguas superficiales.
- **Zanja de Infiltración:** Excavación larga y angosta realizada en la tierra para acomodar las tuberías de distribución del agua residual sedimentada en el tanque séptico, y para su siguiente infiltración en el suelo permeable.

## Referencias bibliográficas

- [Aguilar, Felix](#). Tecnologías de agua potable a nivel rural, DRPSA-UNICEF, Guatemala, 2001.
- [Banco Mundial](#). Agua, Saneamiento y la Pobreza. Documento electrónico sin fecha. 44 páginas.
- [BANCO MUNDIAL](#). Información y capacitación en abastecimiento de agua y saneamiento de bajo costo: aspectos del abastecimiento de agua y el saneamiento relacionados con la salud: guía para participantes (3.1). CEPIS, Lima. 1988.
- [BANCO MUNDIAL](#). Bosch, C., Hommann, K., Sadoff, C. y Travers, L. Más allá del crecimiento económico. Washington D.C.2002. Formato electrónico en español. Capítulo VI
- Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental – OPS/CEPIS, [www.bvsde.ops-oms.org](http://www.bvsde.ops-oms.org).
- [BOMBERIETH, Manuel](#). El Artículo Científico Original. Estructura, estilo y lectura crítica. Escuela Andaluza de Salud Pública, Granada, España, 1994. 165 páginas.
- [BRAGHETA, Anne](#), Agua Sanitariamente Segura: Estrategia para la salud a largo y cercano plazo, Water For People, Guatemala, 2005.
- [BUENFIL, Jacinto](#), [Biofiltro](#), La Jardinera que Filtra Aguas Grises para Reciclarlas. El Taller de Artes y Oficios AC, -Sasar transformación SC., México, 2006. 10 páginas.
- [CARE](#), La Educación en Salud e Higiene en los Proyectos de Agua y Saneamiento, Lima, noviembre 2000, 50 páginas.
- [CDC](#), Sistemas de Agua Segura Para el Mundo en Desarrollo: Manual para la Ejecución de Proyectos de Tratamiento y Almacenamiento Seguro de Agua en el Hogar. USA, 2000.
- [CEPIS/OPS/OMS](#), Algoritmo para la Selección de la Opción Tecnológica y Nivel de Servicio en Saneamiento, Lima, 2002. 19 páginas.
- [CEPIS/OPS/OMS](#), Consideraciones para la Selección de la Opción Tecnológica y Nivel de Servicio en Sistemas de Abastecimiento de Agua, Lima, 2002. 17 páginas.
- [CEPIS/OPS/OMS](#), Especificaciones Técnicas Para Captación de Agua de Lluvia para Consumo Humano, Lima, 2003. 8 páginas.
- [CEPIS/OPS/OMS](#), Especificaciones Técnicas para la Construcción de Letrinas con Arrastre Hidráulico y Letrinas de Pozo Anegado. Lima. 2005. 21 páginas.
- [CEPIS/OPS/OMS](#), Especificaciones Técnicas para el Diseño de Letrinas de Hoyo Seco, Lima 2003. 13 páginas.
- [CEPIS/OPS/OMS](#), Especificaciones Técnicas Para el Diseño de Letrinas Ventiladas de Hoyo Seco. Lima, 2003, 14 páginas.
- [CEPIS/OPS/OMS](#), Filtros de Mesa de Arena, Guía de Construcción, Operación y Mantenimiento, Lima, 2000. 10 páginas.

- CEPIS/OPS/OMS, Guía de Diseño de Letrina con Arrastre Hidráulico y Letrina de Pozo Anegado, Lima 2005. 15 páginas.
- CEPIS/OPS/OMS, Guías de Diseño para Letrinas de Procesos Secos, Lima, 2005. 28 páginas.
- CEPIS/OPS/OMS, Guía para el Diseño y Construcción de Captación de Manantiales, Lima, 2004.
- CEPIS/OPS/OMS. Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009
- CEPIS/OPS/OMS, Letrinas en Zonas Inundables, Lima, 2005. 35 páginas.
- CEPIS/OPS/OMS, Tecnologías Para Abastecimiento de Agua en Poblaciones Dispersas. Lima 2003. 65 páginas.
- CEPIS/OPS/PUB/04-104. Giraldo, Bertha. Guía de promoción y desarrollo comunitario para asegurar la calidad del agua en los países en desarrollo. Lima, 2004
- MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL, Departamento de Regulación de los Programas de Salud Ambiental. Cartilla Ambiental Sobre Letrinas, Guatemala, 2001. 12 páginas.
- GIL, Joram. Tecnologías de saneamiento rural. DRPSA-UNICEF, Guatemala, 2001.
- HELLER, L. Saneamiento y Salud. Organización Panamericana de la Salud. 1997.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. OPS. 2000.
- HENK, Alberts Y GONZÁLEZ, Juan. Manual de Instalación y Mantenimiento de la Bomba de Mecate. Managua, mayo, 1994. 18 páginas.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE)-CELADE. Estimaciones y proyecciones de la población. 1950-2050. Guatemala
- INE. Encuesta nacional de condiciones de vida –ENCOVI. Guatemala. 2002
- INE. Datos del XI Censo de Población y VI de Habitación. Guatemala 2002.
- JARAMILLO, Jorge. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. CEPIS, OPS/OMS, Universidad de Antioquía, Colombia, 2007. 287 páginas
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO-OPS/OMS-Banco Mundial, Tecnologías Apropriadas en Agua Potable y Saneamiento Básico. Colombia, 2000. 152 páginas.
- MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL, DSM, Instructivo de Instalación, Operación y Mantenimiento de Bombas de Mano, Guatemala, 1995.
- MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL E INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2002. Guatemala. Marzo 2003.

- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Nuestro planeta, nuestra salud: informe de la Comisión de Salud y Medio Ambiente de la OMS. OPS. 1993
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. OPS. 2000
- OPS-GTZ/CEPIS/U.P., Cocina Mejorada Inkawasi, Presentación José Humberto Bernilla, Taller Tecnologías de Saneamiento, Girardot, Colombia, mayo 2006.
- OPS/OMS, La Bomba de Mecate, Desarrollo e Implementación en Nicaragua, Presentación Miguel Balladares, Taller de Tecnologías de Saneamiento Rural, Disperso, Girardot, Colombia, Mayo 2006.
- OPAZO, Unda, Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud Pública, Editorial LIMUSA, México, 1998. 968 páginas.
- PLAN INTERNACIONAL. Estrategia para el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano. Avances 2005-2007. Guatemala. Mayo 2007. Presentación en Power Point.
- PNUD. Informe Desarrollo Humano 2006. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua. Nueva York, EE.UU. Página 47.
- RED DE AGUA Y SANEAMIENTO DE GUATEMALA (RASGUA). Valoración estratégica sobre la importancia del agua potable y el saneamiento básico para el desarrollo, la salud y la educación en Guatemala. 2007: 65 p.
- ROBERTS, Lynn, Experiencias de Agua Para la Salud y COMENSA, Quiché, Guatemala, 2005.
- ROJAS, Ricardo, CEPIS-OPS/OMS, “Tratamiento de Aguas Grises” presentación taller de tecnologías de saneamiento poblaciones rurales dispersas, Girardot, Colombia, mayo 2006.
- SÁNCHEZ, Ever Manolo, Tecnologías de Desinfección del Agua, DRPSA-UNICEF, Guatemala, 2001.
- SECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRESIDENCIA. Hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en Guatemala. II Informe de Avances. Guatemala. 2006. 279 páginas.
- SECRETARÍA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL (SESAN). Memoria de Labores. Año 2005. -. 43 páginas.
- USGS WATER RESOURCES OF GEORGIA. El ciclo del agua = The water cycle. USGS. 2005: disponible en <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>
- SODIS: Solar Desinfección
- UNDA, Opazo. Ingeniería Sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública, Editorial LIMUSA, México 1998, 968 páginas.
- WAGNER, E. G., Lanoix, J. N., Evacuación de Excretas en las Zonas Rurales y las Pequeñas Comunidades, OMS, Ginebra, 1960.

- WEITZENFELD, H. Manual básico sobre evaluación del impacto en el ambiente y la salud de acciones proyectadas. Organización Panamericana de la Salud. 1996: 11-12.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Combating Waterborne Disease at the Household Level, Switzerland, 2007.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for Drinking-water Quality. First Addendum to Third Edition. Vol1 Recommendations. 2006
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Managing Water in the Home: Accelerated Health Gains from Improved Water Supply, Geneva, 2002.
- [www.itacanet.org](http://www.itacanet.org)
- YASSÍ, A. y cols. Salud ambiental básica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2002.



