



Sistema de Capacitación para el Manejo  
De los Recursos Naturales Renovables

## **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN A PROMOTORAS Y PROMOTORES CAMPESINOS**

COORDINACIÓN

**U. de Cuenca**



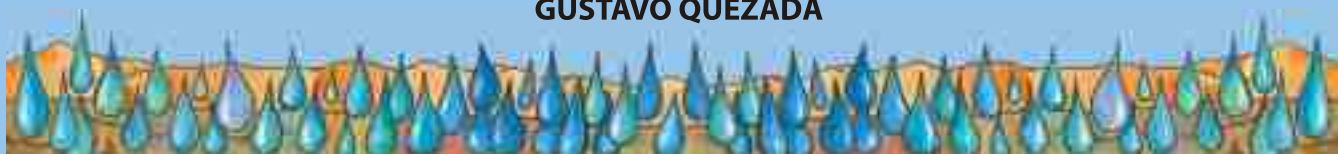
# **AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO**

---

## **OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE**

---

**EUGENIO REYES  
GUSTAVO QUEZADA**



©

CAMAREN. Quito – Ecuador, 2002

# PROGRAMA DE CAPACITACIÓN A PROMOTORAS Y PROMOTORES CAMPESINOS

Título	Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable
Autores	Eugenio Reyes Gustavo Quezada
Eje Temático	Agua para el consumo humano
Institución Coordinadora	Universidad de Cuenca
Coordinadores del Eje	Eugenio Reyes, Fernando Larrea
Mediación pedagógica	Fundación SALAMANDRA / Telefax: 256 14 97
Revisión Técnica	Universidad de Cuenca
Diseño Gráfico Editorial	RUVENZ / TALENTO CREATIVO
Diseño de portada	RUVENZ / TALENTO CREATIVO
Fotografía de Portada	Fundación SALAMANDRA
Diagramación	Fundación SALAMANDRA
Ilustración	Guido Chávez / ILUSTRADORES LIBRES
Auspiciantes	COSUDE y Embajada Real de los Países Bajos
Organismo Internacional Asesor	INTERCOOPERATION

## PARTICIPANTES EN MESAS DE TRABAJO

Antonio Gaybor	CAMAREN
Patricio Crespo	CAMAREN
Dennis García	CAMAREN
Fernando Larrea C.	Universidad de Cuenca
Eugenio Reyes J.	Universidad de Cuenca
María Susana Ruggiero	SALAMANDRA
Jaime Maldonado	Consejo Provincial del Azuay
Cornelio Cajas	ETAPA
Patricio Piñas	CODEMPE
Napoleón Duque	UNICEF
Marcelo Encalada	Consultor de Agua y Saneamiento
Robert Schwark	FISE-KfW
Patricio Salinas	KfW
Carlos López	Comité pro mejoras de Pinillo
Juan Espinoza	Sistema Regional Yanahurco
Margarita González	SNV
Luis Ramón	FISE
Graciela Domínguez	Presidencia de la República
Nelson Barragán	CESA

CAMAREN  
Av. Eloy Alfaro y Amazonas  
Edificio Ministerio de Agricultura y Ganadería, 7º piso  
Telf.: (593-2) 2563485  
Telefax: (593-2) 2563419  
E-mail: administración@camaren.org  
sicam@camaren.org  
Sitio WEB: www.camaren.org  
Quito-Ecuador

Universidad de Cuenca  
Av. 12 de Abril s/n  
Casilla: 01-01-1566  
Telf.: (593-7) 831688  
Fax: (593-7) 885563  
Email: ilarrea@ucuenca.edu.ec  
Sitio WEB: www.ucuenca.edu.ec  
Cuenca-Ecuador

# ÍNDICE

	ÍNDICE
CRONOGRAMA DE TRABAJO	5
<b>UNIDAD 1. EL AGUA Y LA VIDA</b>	9
Agua: fuente de vida	15
Agüita pura... ¿del cielo cae?	16
Agua: vida y amenaza	17
Características del agua potable	18
LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE (SAP)	21
SALIDA AL CAMPO	23
<b>UNIDAD 2. PARTES DE UN SAP</b>	31
PARTES DE UN SAP	37
1. Captación	38
Dren	38
Azud	39
Pozos de infiltración	40
Galerías de infiltración	41
Toma lateral	42
2. Conducción	43
¿Para qué un tanque rompedor?	43
¿Cómo funciona la válvula de aire?	44
¿Para qué sirve la válvula de purga?	45
3. Tratamiento	46
4. Reserva o almacenamiento	54
5. Distribución	55
6. Domiciliarias	57
Operación de un SAP	59
¿Quién es el operador de un SAP?	59
¿Qué tiene que hacer el operador de un SAP?	60
<b>UNIDAD 3. DESINFECCIÓN</b>	71
EL LADO OSCURO DEL AGUA	77
¿Cómo se puede purificar el agua para que sea potable?	77
¿Para qué aforamos?	80
¿Cuánto cloro se requiere agregar en el sistema?	82
ANEXO 1: Reparaciones	87
Tuberías y accesorios para hacer reparaciones sencillas	89
<b>UNIDAD 4. MANTENIMIENTO DE UN SAP</b>	91
MEJOR PREVENIR QUE REPARAR	99
Mantenimiento preventivo	99
Ventajas del mantenimiento preventivo	101
Mantenimiento correctivo: reparaciones	104
<b>UNIDAD 5. AGUAS RESIDUALES</b>	107
AGUAS RESIDUALES Y SALUD	113
Aguas negras	113
Aguas grises	113
Enfermedades causadas por el agua	113
La unidad básica sanitaria	114
La caseta	115
El pozo	115
Zanja de filtración	117
Mantenimiento de las letrinas	117
<b>UNIDAD 6. EL ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	119



EL ALCANTARILLADO SANITARIO	126
¿Cómo funciona un alcantarillado sanitario?	126
Operación del alcantarillado sanitario	127
Mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario	127
Limpieza de tuberías	127
Baqueteo y gancho	127
Limpieza de pozos	128
Reposición de tapas	129
Tratamiento de las aguas residuales	129
Fosa séptica	130
Filtros anaerobios	130
<b>UNIDAD 7. EL MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	
EL PLAN DE MANTENIMIENTO	135
El manual de mantenimiento	140
¿Para qué sirve el manual de mantenimiento?	140
¿Quién debe elaborar el manual?	140
¿Cómo se hace un manual de mantenimiento?	140
SALIDA AL CAMPO	151
El plan de mantenimiento	153
¿Para qué sirve?	153
¿Quién hace el plan de mantenimiento?	153
¿Qué hay que hacer para elaborar el plan de mantenimiento?	153
Trabajo y humor	155
<b>UNIDAD 8. LIDERAZGO Y RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS</b>	157
Historias de vida	161
¿Quién es un líder?	163
¿Qué cualidades debe tener un buen líder?	164
Características de los líderes	168
El líder abeja	168
El líder pulpo	169
El líder araña	170
El líder muerto	171
El líder tortuga	172
El líder zorro	173
Un recurso para el buen liderazgo: la motivación	174
¿Cómo motivar?	174
¿Qué más debe tener en cuenta un líder comunitario?	174
Obstáculos para la motivación	176
¿Por qué resulta difícil, a veces, ponernos de acuerdo?	185
Los conflictos en la comunidad	185
Disputas	185
Problemas	186
Conflictos	186
Enfrentando los conflictos	189
La forma adversarial	189
La forma dialogal	190
La mediación comunitaria	191
El dirigente: mediador en las Juntas de agua	192
Cualidades de un dirigente mediador	192
TRABAJO INTERMODULAR	201
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	202



## PRESENTACIÓN

*Los sistemas de agua potable en el sector rural del Ecuador, en pequeñas y medianas comunidades, son administrados de acuerdo con la Ley por las comunidades a través de Juntas Administradoras de Agua Potable. La falta de capacitación a Dirigentes y Operadores ha constituido un problema, pues las obras construidas para durar 20 años, se deterioran rápidamente debido a la falta de mantenimiento y a fallas operativas.*

*El Consorcio CAMAREN y la Universidad de Cuenca promovieron a diferentes actores para participar en la ejecución de un programa de capacitación dirigido a Dirigentes Campesinos y Operadores de sistemas de agua para consumo humano. Una de las acciones realizadas en esta línea, hasta el momento es la producción de materiales didácticos como el presente Libro de Trabajo.*

*El enfoque principal del libro, no solo es, conocer los principales elementos constitutivos de un sistema de agua y su funcionamiento, sino la necesidad de elaborar manuales para cada sistema, detallando las principales tareas que requiere realizar un operador en el manejo y mantenimiento de las distintas unidades. En el libro se analiza la problemática producida por las aguas residuales y soluciones sanitarias adecuadas para la disposición y tratamiento de las mismas.*

*En el manejo del agua, tradicionalmente se han detectado la presencia de conflictos que en muchos casos terminan en violencia. En el libro se aborda maneras resolutivas basadas en el desarrollo de modelos administrativos de liderazgo, en donde la resolución de los conflictos va en la línea de la mediación comunitaria.*

*Un aporte importante para la construcción colectiva de este libro de trabajo, constituye el apoyo brindado por la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) y la Embajada Real de los Países Bajos (DGIS), entidades que brindaron el auspicio financiero al Consorcio CAMAREN. Especial mención a María Susana Ruggiero de la Fundación Salamandra, por su trabajo realizado en la mediación pedagógica de la obra.*

*El Consorcio CAMAREN y la Universidad de Cuenca se complacen en presentar este Libro de Trabajo, pues tienen la seguridad de que aportará con una serie de conceptos, tecnología y herramientas metodológicas útiles para la formación de Promotoras y Promotores Campesinos en la Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Agua Potable Comunitarios.*

Antonio Gaybor  
Secretario Ejecutivo  
CAMAREN

Jaime Astudillo Romero  
RECTOR  
Universidad de Cuenca





Este es nuestro

# CRONOGRAMA

de trabajo para la semana

	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
MAÑANA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Recepción de los participantes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Construcción de una maqueta de un SAP</li><li>- Gira de observación: Visita a un SAP</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Funcionamiento de un SAP</li><li>- Tratamiento del Agua (FIMES)</li><li>- Instalación de tuberías y accesorios</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aforos y Cloración</li><li>- Interevaluación de aprendizaje</li><li>- Las Aguas residuales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Práctica de Campo: Manual de mantenimiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Plan de mantenimiento</li><li>- Indicaciones para el trabajo intermodular</li><li>- Evaluación final de proceso</li><li>- Despedida</li></ul>
TARDE	<ul style="list-style-type: none"><li>- Identificación de expectativas</li><li>- Las reglas del juego</li><li>- Entrega de trabajos intermodulares</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sistematización de la información recogida</li><li>- Las tareas del Operador y sus relaciones con la comunidad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Liderazgo</li><li>- Evaluación parcial de proceso</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Estudio de Caso: Llacao y el alcantarillado condominal</li><li>- Instalaciones domiciliarias</li><li>- Interevaluación de aprendizajes</li><li>- Manejo de Conflictos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Elaboración del Manual para el Operador</li></ul>	





---

Este Libro de Trabajo

*tiene 8 partes*  
que llamamos **Unidades:**

## Unidad 1

*vamos a tratar*

la necesidad del agua potable y los peligros del agua contaminada

## Unidad 2

*aprenderemos sobre*

los Sistemas de Agua Potable, sus partes y funciones, y las tareas del operador

## Unidad 3

*hablaremos sobre*

la desinfección del agua, aplicación del cloro y medición de caudales

## Unidad 4

*aprenderemos*

cómo dar mantenimiento adecuado a un SAP

## Unidad 5

*se refiere a*

las aguas residuales, características, daños que pueden causar y cómo tratarlas

## Unidad 6

*vamos a tratar*

sobre el alcantarillado sanitario, sus características y utilidad

## Unidad 7

*vamos a aprender*

por qué hay que tener el Manual de Operación y Mantenimiento y cómo se elabora

## Unidad 8

*se refiere a*

Liderazgo y resolución de conflictos

UNIDAD 1

EL AGUA  
Y LA VIDA

AUTOR  
Eugenio Reyes



"Fue en el agua, donde se originó la vida.  
Pero sin la tierra, con la cual formó el barro, no  
hubiésemos sido creados, como dicen las  
tradiciones.

El agua alimenta la tierra, la refresca y la  
renueva.

Nutre a las personas y las deja listas  
para una nueva etapa de siembras y cosechas.

Así, la pareja Agua-Tierra, al ser opuestos,  
también se complementan y sin establecer un  
contacto directo entre la una y la otra, no hay  
posibilidades de seguir adelante...

El agua entonces, cuando es buena, ayuda a  
transformar la muerte en vida".

Agua Viva





---

## ¿QUÉ TEMAS VAMOS A TRATAR?

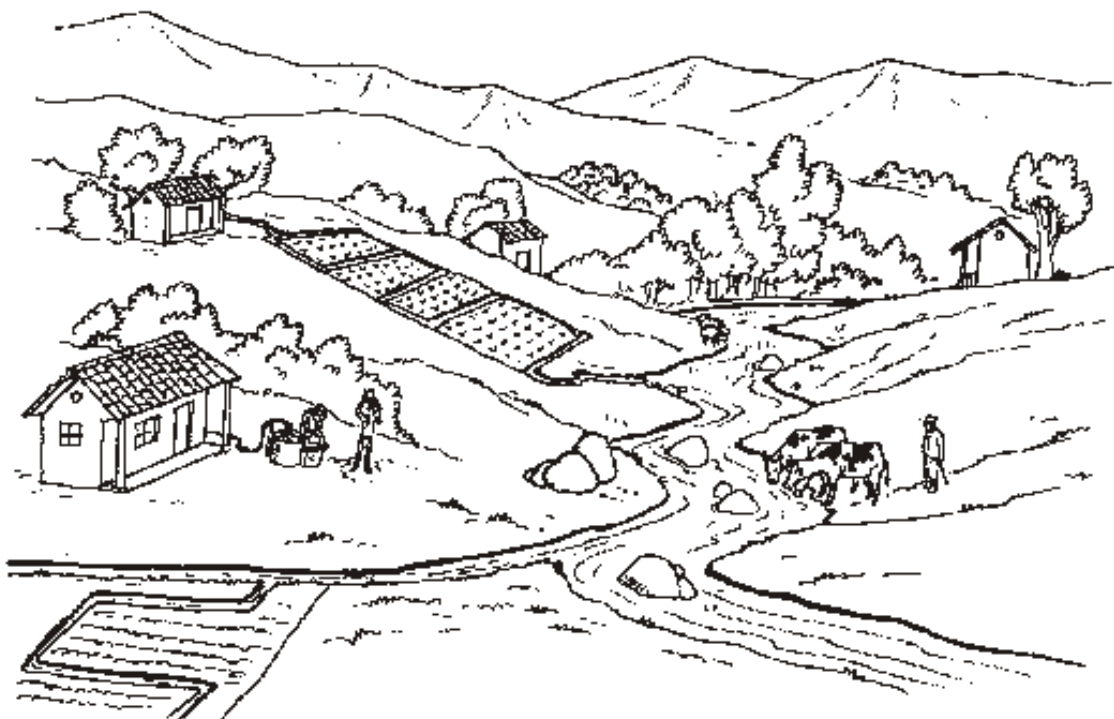
- ☐ ¿Por qué la necesidad del agua para la vida?
- ☐ ¿Cuáles son las características principales del agua potable?
- ☐ ¿Qué problemas puede traer el agua contaminada?
- ☐ ¿Qué es y para que sirve un Sistema de Agua Potable?





---

## AGUA FUENTE DE VIDA



15

El agua fue considerada desde siempre, principio y sostén de la vida.

Los grupos humanos se desarrollaron junto a manantiales, ríos y lagos, que les permitían tener, cada día, alimento y agua.

Con el pasar del tiempo, las personas hemos comprendido que la salud depende, en gran medida, de la calidad del agua que consumimos a diario, tanto para beber como para preparar los alimentos.

Pero... las poblaciones han crecido de tal manera, que ya no es posible que todas estén cerca de las fuentes de agua. O si lo están, la calidad del agua está deteriorada por la contaminación de las fuentes, por lo que es necesario traer agua de lugares distantes y purificarla. Por eso, se construyen obras, que permiten tener agua de calidad, en la cantidad necesaria. Estas obras construidas para obtener agua potable, son los Sistemas de Agua Potable (SAP).

Muchas comunidades rurales en el Ecuador, carecen de sistemas de agua adecuados. Ya sea porque no disponen de una fuente de calidad, o porque la cantidad del agua no alcanza para abastecer las necesidades de todo el año.

Algunos organismos nacionales e internacionales están apoyando la construcción de sistemas de agua potable en el área rural, que son operados y administrados por la Comunidad bajo un modelo de autogestión.

---

## AGÜITA PURA... ¿DEL CIELO CAE?

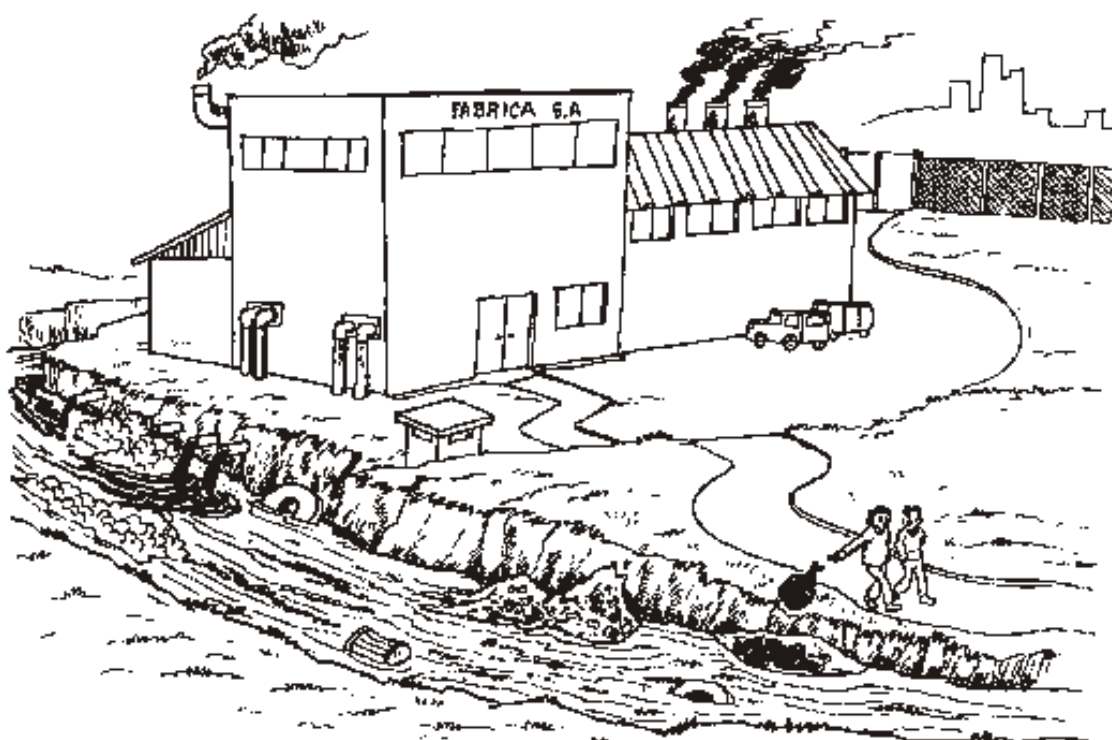
No siempre. La gente cree que el agua de la lluvia o la que sale de una vertiente, es pura y se puede tomar directamente. Pero no es siempre así.

El agua, en la naturaleza, no se encuentra en estado de pureza total, contiene una serie de elementos disueltos, que no se pueden ver a simple vista. El paso normal del agua por la naturaleza -correr por lechos barrocos, saltar por entre piedras y follaje- contamina al agua, incorporando en ella una serie de elementos físicos (ramas, piedras, papeles, latas), químicos (sales) y bacteriológicos (desperdicios).

Los científicos que estudian el agua, dicen que algunos minerales y sales disueltas en el agua, no son malas para la salud y que, en poca cantidad, hasta son beneficiosas. Pero, cuando esas sales o minerales provocan olores o sabores en el agua... ¡hay que desconfiar! Si se prueba, el agua tiene gusto desagradable, lo cual está avisando que es dañina para el ser humano. Por ejemplo: si tiene mucha cantidad de magnesio, produce fuertes diarreas.

En los últimos años, las personas, sobre todo las de las grandes ciudades, contaminamos el agua con residuos industriales, químicos y orgánicos, muy dañinos para la vida. ¡Los ríos están tan sucios que dan lástima!

Las fumigaciones que se usan para la agricultura en nuestros países, contienen pesticidas altamente peligrosos, que acaban con el suelo y con las fuentes de agua.



---

## AGUA: VIDA Y AMENAZA

El agua, reconocida siempre como elemento fundamental para la vida, suele a veces convertirse en una verdadera amenaza. Cuando esta contaminada, provoca graves enfermedades. Cuando se enoja, es capaz de arrasar con poblaciones enteras, destruyendo todo a su paso. Eso lo saben muy bien los habitantes de la costa, en el Ecuador, que han tenido que sufrir las terribles consecuencias de los inviernos y del fenómeno de "El Niño".

Cuando la tala en los bosques es indiscriminada acelera la erosión de los suelos, porque aumenta la escorrentía y puede dañar a las poblaciones.



Pero decimos que el agua es vida, también porque en ella se desarrollan una gran cantidad de microorganismos, que no se ven, porque son, muy, muy pequeños para ser identificados por el ojo humano. No se ven, pero muchas veces se sienten, porque producen enfermedades.

Si bien se sabe que no todos los microorganismos son peligrosos para la salud de las personas, algunas bacterias y especialmente algunos virus, son los causantes cerca de ochenta enfermedades, algunas de ellas muy graves, como el cólera, la hepatitis y la fiebre tifoidea; que pueden hasta causar la muerte a los seres humanos.

---

---

## CARACTERÍSTICAS DEL AGUA POTABLE

Para tratar de evitar que el agua contaminada dañe la salud de las personas, se han dictado normas de calidad que establecen las principales características físicas, químicas y bacteriológicas que debe tener el agua, para ser potable.

Recordamos que el agua es potable cuando:

no tiene color (incolora),

no tiene olor (inodora),

no tiene sabor (insípida),

está libre de contaminantes químicos y microbiológicos.

Por eso es necesario analizar el agua. Estos análisis se realizan en laboratorios especializados. Si después de un análisis físico, químico y bacteriológico realizado en el agua, se comprueba que el agua no es apta para consumo humano, hay que establecer qué es lo que la contamina, para ver si se puede hacer un tratamiento y purificarla.

## ACTIVIDAD Nº 1

Lo invitamos a pensar en el agua de su comunidad, pero... desde tiempos atrás.

Por favor, conteste las siguientes preguntas:

*¿A qué comunidad pertenece?*

---

---

---

*¿Cómo se abastecían de agua sus padres?*

---

---

---

---

---

---

*¿Cómo se abastece usted de agua potable?*

---

---

---

---

---

---

*¿Quién o quiénes administran el Sistema de Agua Potable (SAP), en su comunidad?*

---

---

---

---

---

---

---

Escriba lo que considera bueno y lo que considera malo del SAP de su comunidad. Y qué es lo que necesita mejorar. Use el cuadro siguiente:

Cosas que están bien	Cosas que están mal	Necesitamos mejorar:

# LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE (SAP)



Instalaciones de un SAP

21

Son las instalaciones necesarias para convertir el agua, en agua potable y distribuirla entre las familias de una población.

Un Sistema de Agua Potable, permite:

- ▷ captar la cantidad de agua que se necesita,
- ▷ procesarla para que se convierta en agua potable,
- ▷ usarla en forma racional, sin desperdiciarla.

Antes de construir un Sistema de Agua Potable (SAP), para caminar sobre seguro, hay que hacer algunos estudios. Por ejemplo:

- ▷ inspeccionar la fuente del agua, para saber si hay cantidad suficiente para abastecer todas las necesidades, de uso doméstico, y el estado de conservación del bosque protector,
- ▷ tomar muestras del agua para examinar su calidad,

- 
- ▷ realizar levantamientos topográficos, o sea, estudios sobre el terreno, las pendientes, etc., para poder saber qué tipo de cañerías conviene usar,
  - ▷ aplicar encuestas socio-económicas y de salud, para determinar la urgencia de contar con el servicio de agua potable y saber qué opina la comunidad sobre la instalación, la tarifa, la participación en las obras, etc.

Una vez que disponen de esa información, los técnicos pueden elaborar los diseños del sistema, de acuerdo con la realidad de cada comunidad y respetando las normas y reglamentaciones existentes.



## SALIDA AL CAMPO

ACTIVIDAD: Observación grupal de un Sistema de Agua Potable (SAP).

Vamos a visitar un SAP para ver cómo funciona y para identificar las partes que lo componen. Cada grupo va a observar, en especial, una o varias unidades.

Reúnase con su grupo y revisen la Guía de Observación.

Hagan las anotaciones que considere necesarias durante el recorrido.

23

### GUÍA PARA LA OBSERVACIÓN

Grupo \_\_\_\_\_

Los integrantes de mi grupo son \_\_\_\_\_

Fecha de observación \_\_\_\_\_

Tema de observación (parte del SAP que deben observar en especial):

1. Datos generales:

Nombre de la/s comunidad/es en la que sirve el SAP:

---

---

---

---

---

---

---

Cantidad de familias que abastece:

---

---

---

---

---

---

---

24

2. Observaciones:

En primer término hagan un dibujo de la unidad.

**DIBUJE AQUI**

25

¿Cómo se llama esta parte o unidad del SAP?

---

---

¿Para que sirve?

---

---

---

---

---

¿Qué cuidados necesita?

---

---

---

---

---

---

---

¿Qué hace el operador en esta parte?

---

---

---

---

---

---

---

¿Cómo se le da mantenimiento?

---

---

---

---

---

---

---

---

## GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Organicen la información recogida durante el recorrido por el SAP, centrando el interés en la unidad, o parte del sistema que le tocó observar a su grupo.

Elaboren un papelógrafo con los datos para poder explicárselos a los compañeros. Escriban con letra clara, para que se pueda leer sin dificultad.

Dibujen la unidad observada en un papelógrafo.

Unidad observada	Utilidad	Tareas del Operador	Mantenimiento (cuidados que necesita, tiempos para el mantenimiento, herramientas y materiales necesarios, etc)

**En pocas palabras...**  
**Unidad 1**

El agua es un elemento sin el cual no se puede vivir. Pero, para el consumo humano, tiene que ser agua potable.

El agua es potable cuando es incolora, inodora e insípida. Y cuando ha sido sometida a un tratamiento para ser purificada.

En la naturaleza, el agua no se encuentra en estado de pureza total. Contiene gran cantidad de microorganismos, entre ellos virus, que pueden dañar mucho la salud de las personas.

También se contamina por la cantidad de basura, productos químicos, como los pesticidas, que se tiran en las aguas de los ríos, lagos, etc. Por eso es necesario purificar el agua.

Los Sistemas de Agua Potable, son las instalaciones que se necesitan para purificar el agua, distribuirla entre las familias de una población.

Antes de hacer un SAP, los técnicos hacen estudios del terreno, analizan el agua de la fuente para saber si es potable, si hay suficiente agua para abastecer a todos, etc. Y consultan a la comunidad para que de su opinión para lograr acuerdos para su instalación, operación y mantenimiento.

Claro como el agua

Carecen: Que no tienen.

Autogestión: Que se hace por la propia actividad.

Follaje: Ramas y hojas de los árboles.

Análisis físicos: Estudio de los elementos materiales: color, sabor, olor, turbiedad.

Análisis químicos: Estudio de las sales y minerales disueltos en el agua.

Análisis bacteriológicos: Estudio de los microbios o microorganismos.

Microorganismos: Seres vivos, que solo se ven con un microscopio.

Microscopio: Aparato que aumenta mucho el tamaño de los objetos muy, muy pequeños. Permite ver lo que no se puede ver a simple vista.

Normas: Reglas establecidas.



UNIDAD 2

# PARTES DE UN SAP

AUTOR  
Eugenio Reyes



El agua esta presente en todas partes:  
en las montañas y en los valles,  
en los ríos y en los océanos,  
en los manglares, en los lagos  
y en las acequias.

Y en cada uno de nosotros.  
Agua es el sudor, agua la saliva.  
Agua es la lluvia, agua la madera, agua las frutas,  
y hasta las piedras atesoran agua,  
agua silenciosa, en sus entrañas duras y cerradas.

De modo que es hermoso y necesario  
tender la mano al agua, pero la mano limpia,  
para que no se contamine  
y se llene de noches y bacterias oscuras...  
Agua Viva





---

## ¿QUÉ TEMAS VAMOS A TRATAR?

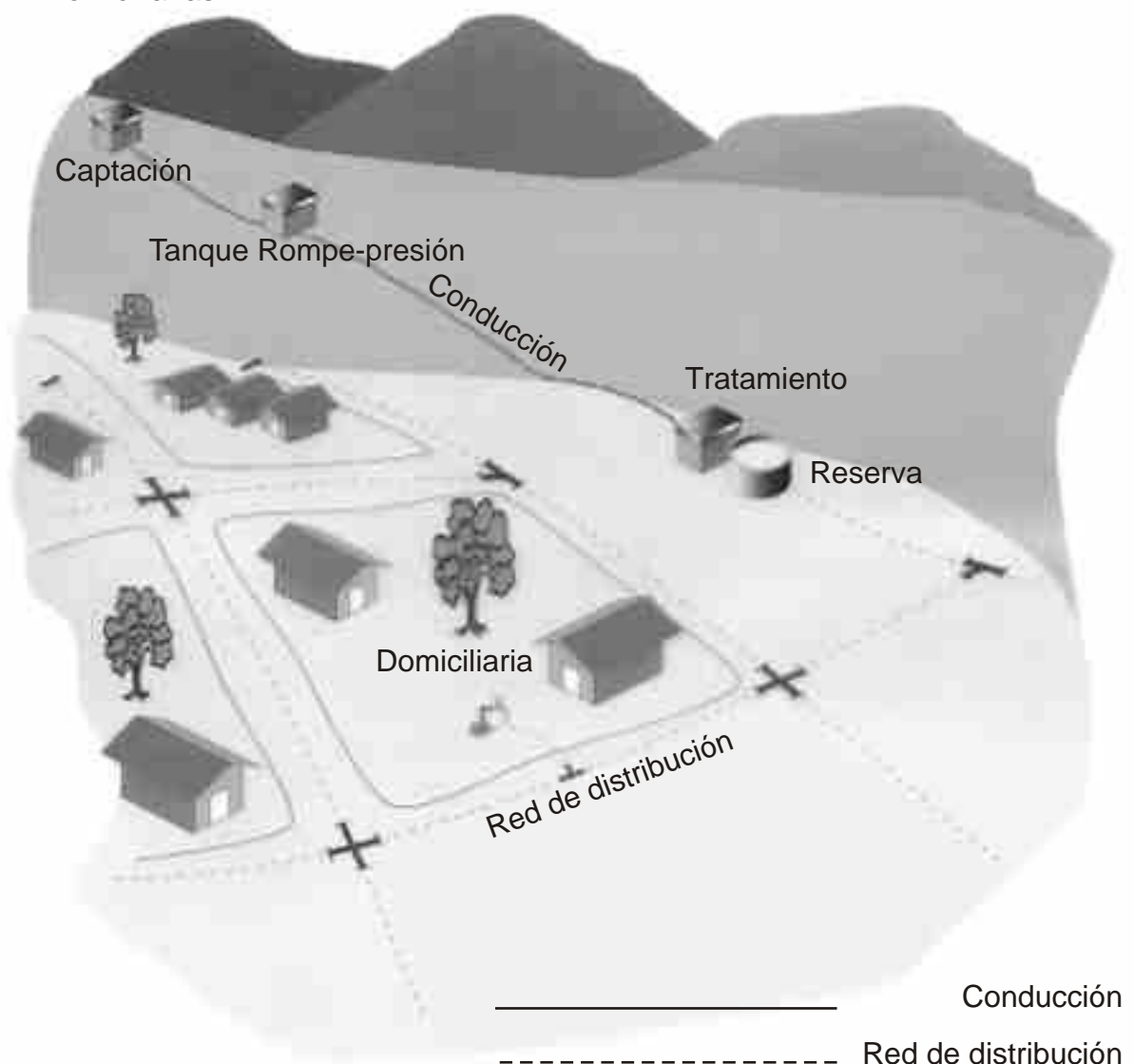
- ☐ ¿Qué partes o unidades tiene un SAP?
- ☐ ¿Cuál es la función de cada una?
- ☐ ¿Qué tiene que hacer el Operador de un SAP?



# PARTES DE UN SAP

En general un sistema de agua potable, funciona siguiendo las leyes de la gravedad -o sea la fuerza con que la tierra atrae a las cosas- y está formado por las siguientes partes o unidades:

1. Captación.
2. Conducción.
3. Tratamiento.
4. Reserva.
5. Red de Distribución.
6. Domiciliarias.



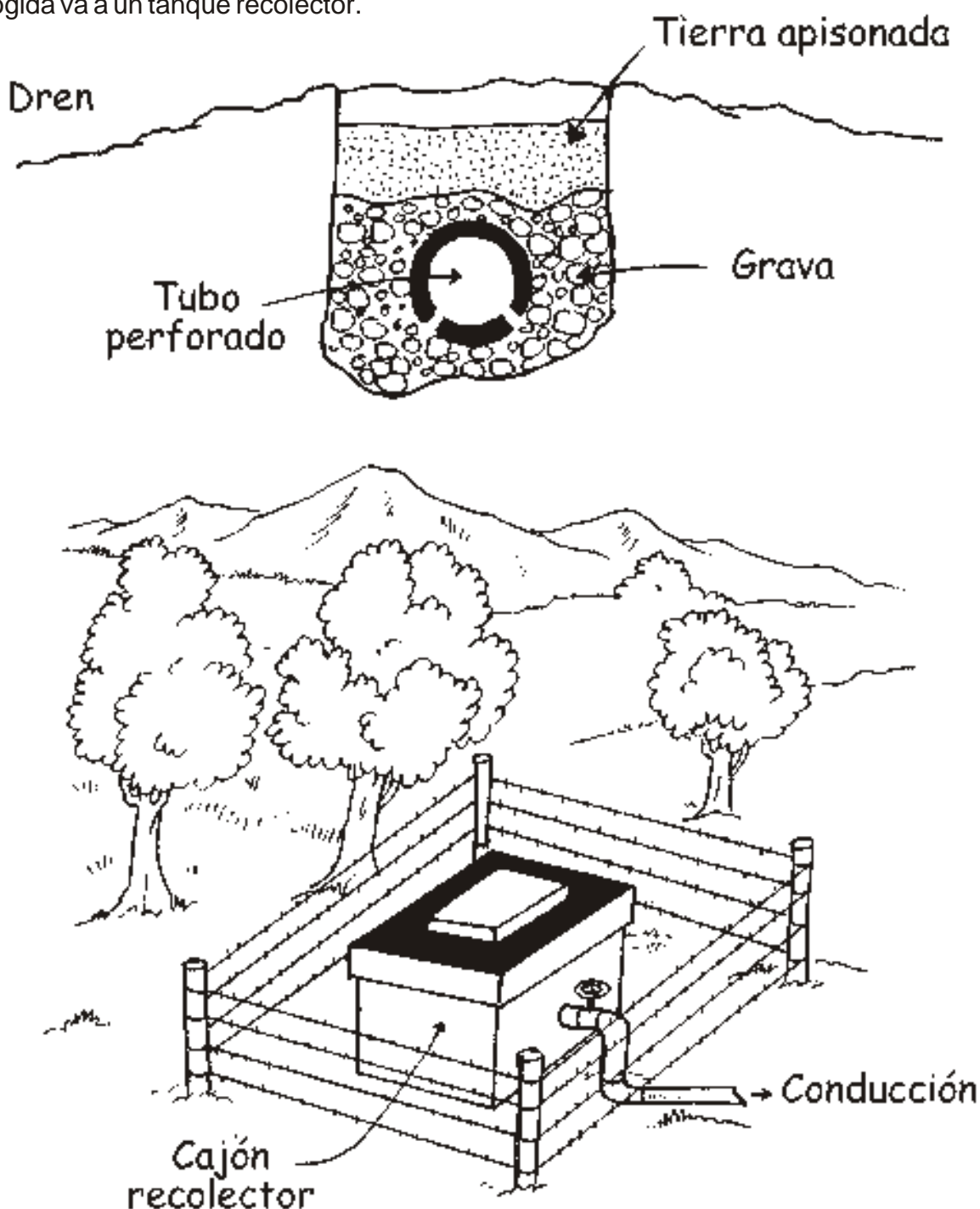
# 1º CAPTACION

Las obras de captación, permiten recoger o "captar" el agua desde una fuente.

De acuerdo con el tipo de fuente, existen varios tipos de captación:

## DREN

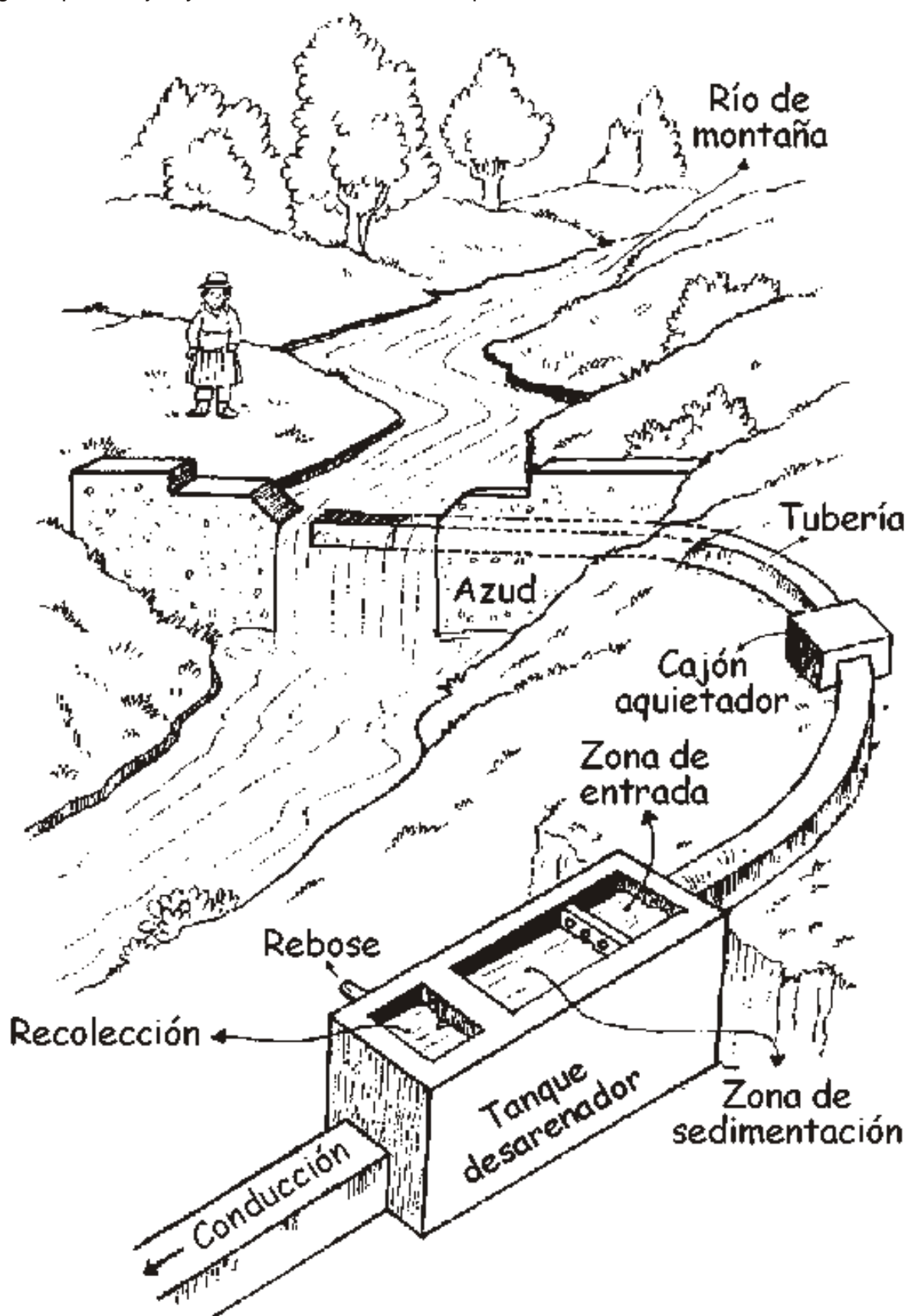
Esta captación es utilizada para fuentes subterráneas. Se trata de una tubería perforada, que está dentro de una zanja rellena con un material granular (grava y arena). El agua recogida va a un tanque recolector.





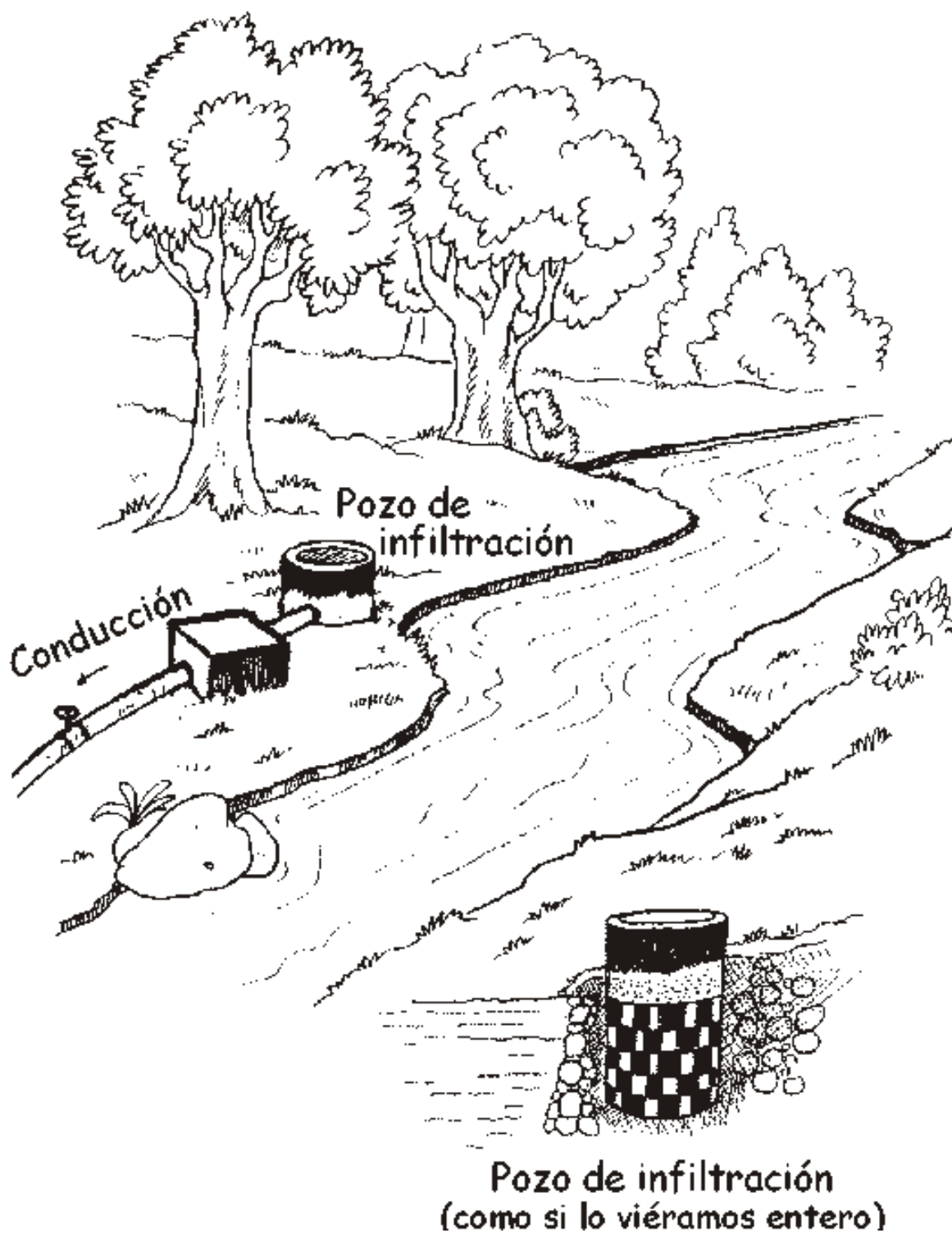
## AZUD

Permiten captar el agua desde una fuente de agua superficial (río de montaña). El agua ingresa por la rejilla y de allí es llevada a un tanque desarenador.



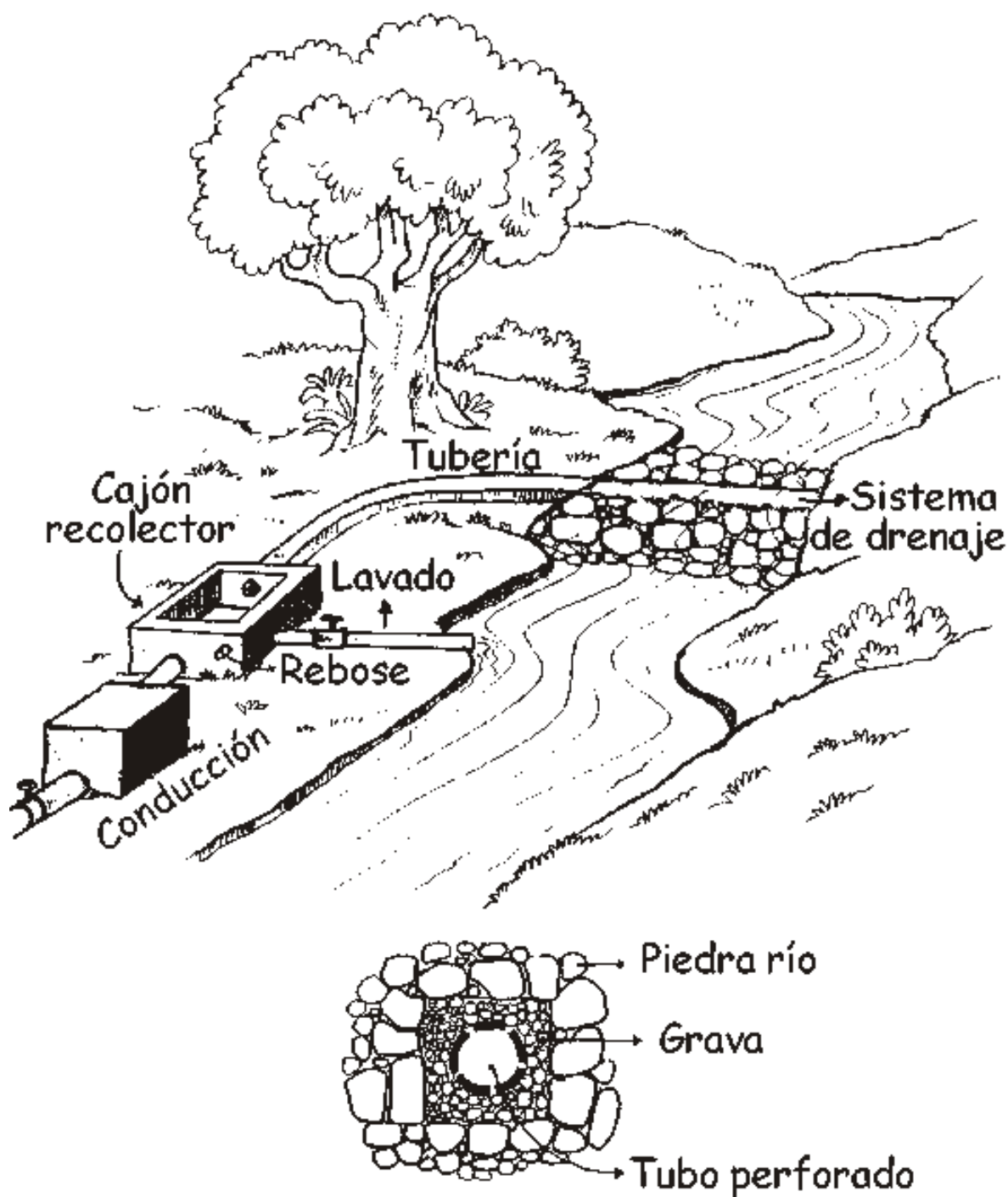
## POZOS DE INFILTRACION

Captan el agua de una fuente superficial (lago, río, estero). El agua se infiltra en los pozos perforados que están localizados a un costado del lecho, de allí sale directamente a la conducción.



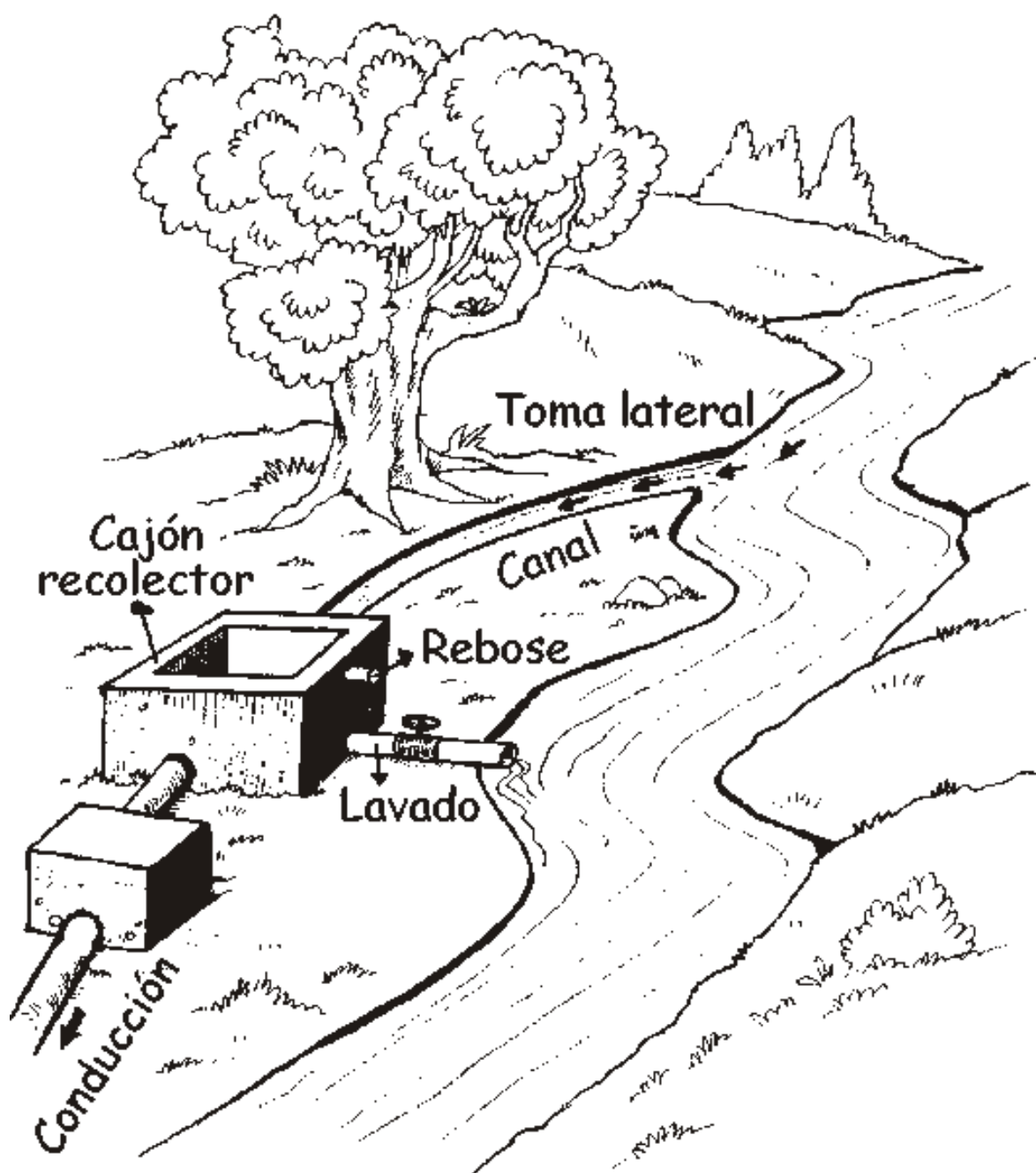
## GALERIAS DE INFILTRACION

Son obras construidas en el lecho de una quebrada, estero o río. El agua se infiltra a través de material granular natural, es recogida mediante un sistema de drenaje y conducida a un tanque recolector.



## TOMA LATERAL

Una parte de la corriente de agua superficial es encauzada hacia un costado. El agua es recogida por un tubo o canal revestido y es conducida hacia un tanque recolector.



## 2º CONDUCCION

Las obras que permiten llevar el agua desde la captación al lugar del tratamiento se llama Conducción.

Dependiendo del caudal de agua y de la topografía del terreno, se utilizan canales o tuberías. Lo que más se utiliza en los sistemas de agua comunitarios, son las tuberías. El uso de tuberías disminuye las pérdidas de agua y evita su contaminación.

En terrenos quebrados, las tuberías de conducción, para su buen funcionamiento, requieren la instalación de:

- ▷ tanques rompepresión,
- ▷ válvulas de aire,
- ▷ válvulas de purga.

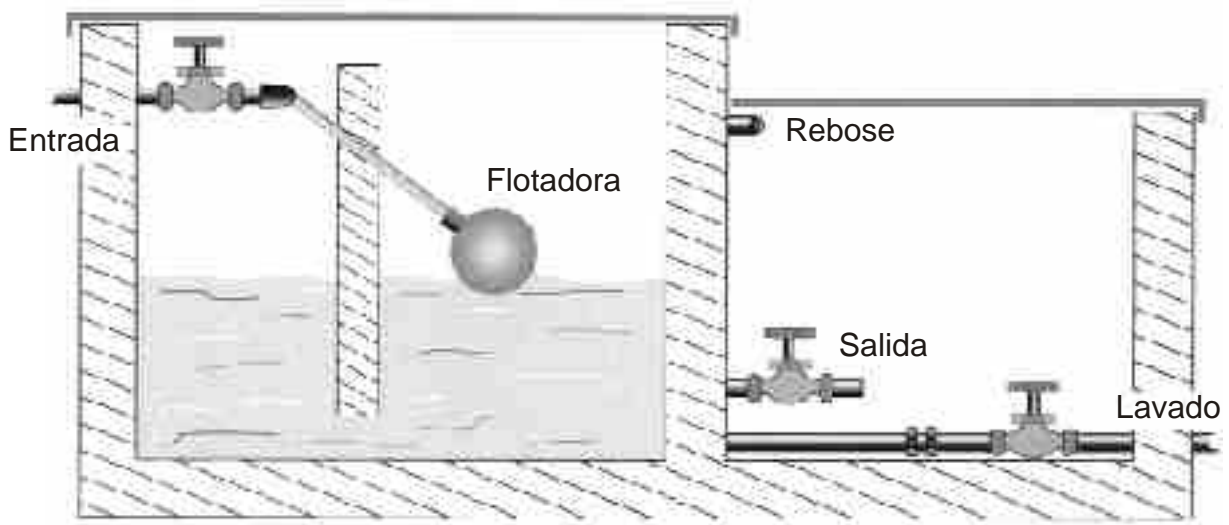
### ¿PARA QUÉ UN TANQUE ROMPEPRESIÓN?

43

Para bajar la presión del agua que a veces llega con mucha fuerza.

El material del que están fabricadas las tuberías, muchas veces se rompe, por el peso o la presión del agua. Dependiendo del material del que están construidas las tuberías y de su espesor, el fabricante recomienda la presión máxima que puede soportar el tubo. Con esta información, los ingenieros pueden colocar, de ser necesario, uno o varios tanques rompepresión a lo largo de la conducción.

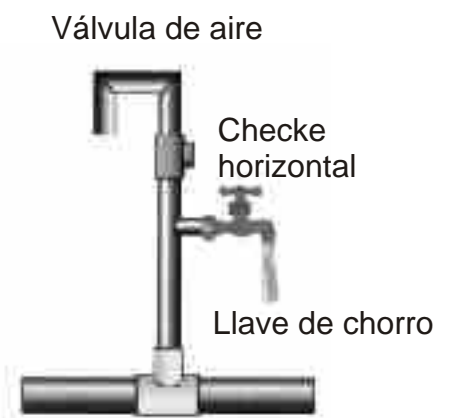
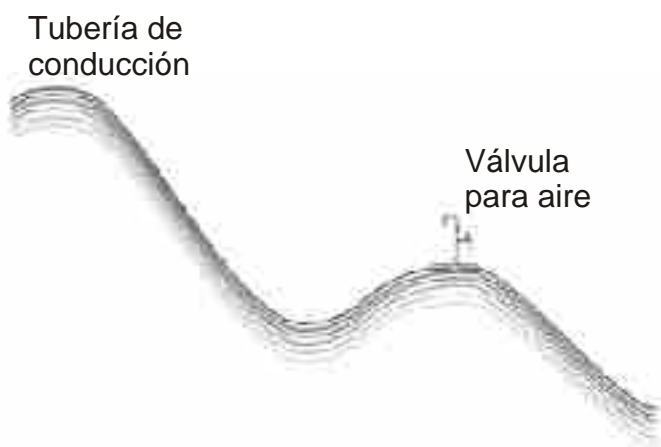
El tanque rompepresión es una estructura pequeña, de 1 metro por cada lado, que tiene una tubería de entrada localizada en la parte superior y una tubería para la salida en la parte inferior. El agua, al caer en el tanque, pierde su presión. Por eso se le llama "tanque rompepresión".



## ¿COMO FUNCIONA LA VÁLVULA DE AIRE?

44

Deja salir el aire para que no impida que el agua corra. A lo largo de la conducción cambia la velocidad del agua en el interior del tubo, formando bolsones de aire. Cuando la tubería pasa por un punto alto de terreno, el aire, que es más liviano que el agua, forma un tapón que impide su paso. El sistema automático o manual de la válvula, permite que el aire salga.



## ¿PARA QUE SIRVE LA VÁLVULA DE PURGA?

Permite:

- ▷ Desalojar o "purgar" el material acumulado en el interior de los tubos,
- ▷ la normal circulación del agua y descargar tubería.

El agua puede arrastrar tierra, arena e inclusive piedras dentro de la tubería de conducción. En los sitios más bajos, se sedimenta el material, obstruyendo el tubo. Accionar una válvula de purga permite al operador quitar la obstrucción en el tubo taponado.

45

Tubería de  
Conducción



Válvula de Purga



## 3º TRATAMIENTO

46



Se llama Tratamiento a la parte del SAP en donde se llevan a cabo las diferentes acciones y procesos para mejorar las características físico - químicas y bacteriológicas del agua, volviéndola potable, o sea, apta para el consumo humano.

Dependiendo de la calidad del agua, existen, para el tratamiento, procedimientos químicos y físicos.

En ciudades grandes como Cuenca, Quito, Guayaquil, Manta, etc., para el tratamiento del agua se utilizan, principalmente, procedimientos químicos, o sea, se agregan al agua, sustancias químicas, como el sulfato de aluminio, para facilitar la sedimentación de la turbiedad del agua.

¿Alguna vez vio hacer o hizo queso? ¿Recuerda que cuando se echa el cuajo se separa la masa del queso del suero, que se ve como un líquido amarillo? Pues, con la sedimentación pasa algo parecido, lo que es sólido se queda abajo...

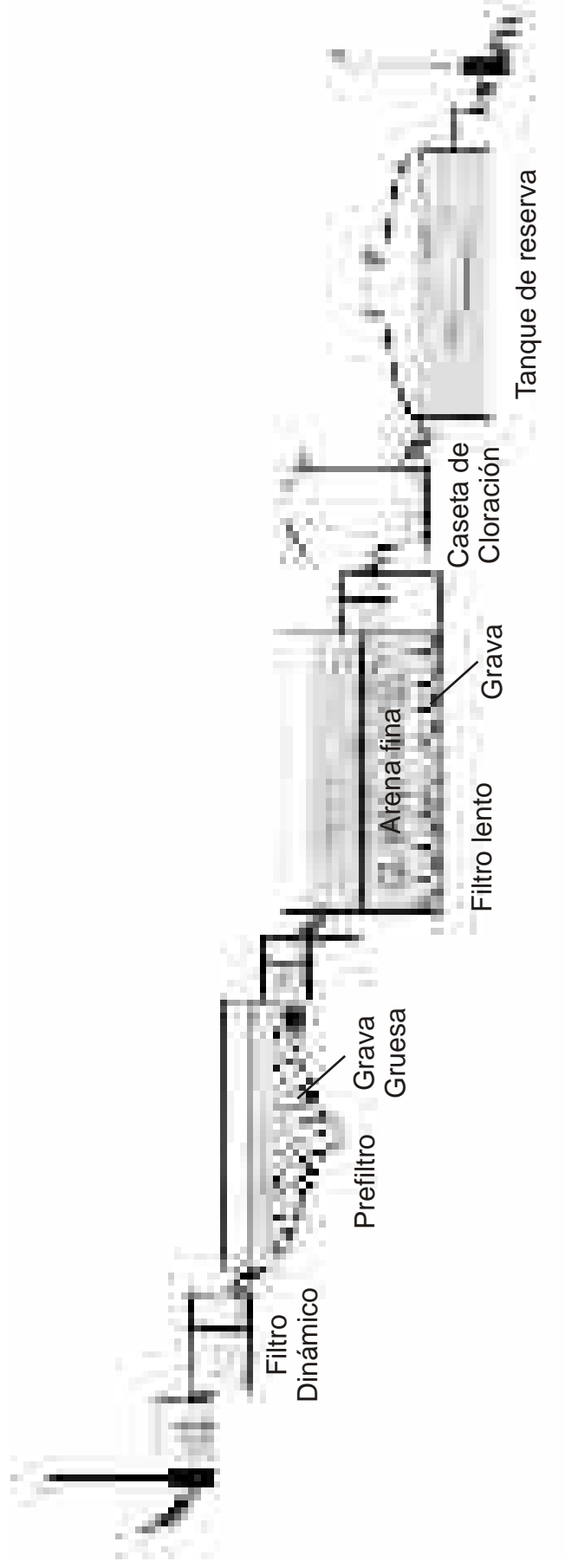
En algunos cantones, parroquias, comunidades más pequeñas, se emplean únicamente medios físicos, para el tratamiento del agua, con muy buenos resultados.



# Tratamiento de agua para consumo humano

## Pequeñas y medianas comunidades

FIME



## Tratamiento por medios físicos

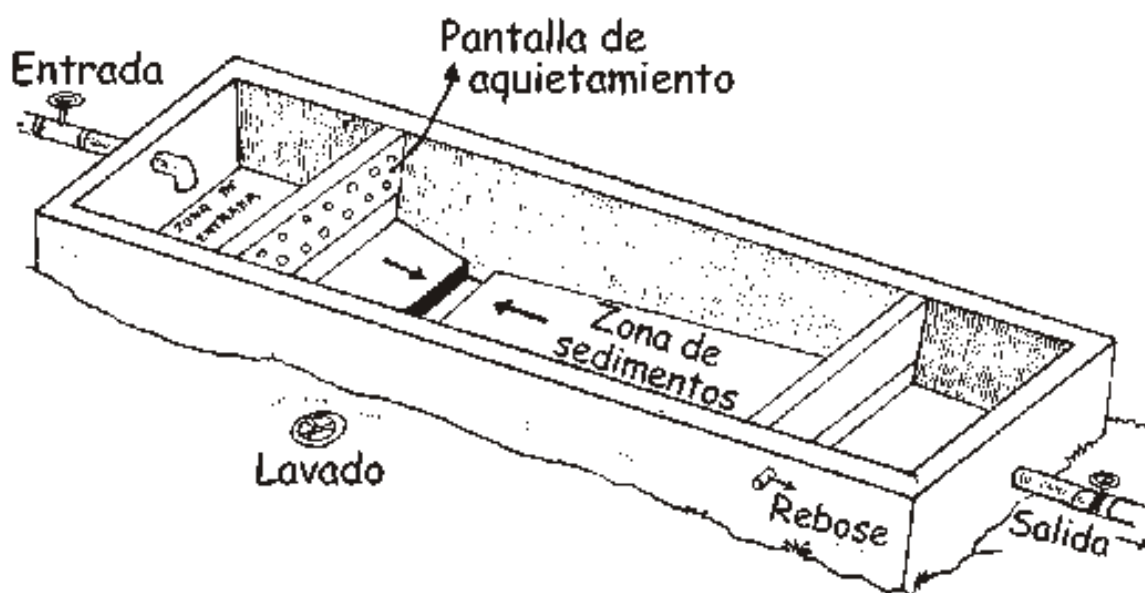
Un sistema de tratamiento que utiliza procedimientos físicos, es muy fácil de operar y de mantener al interior de comunidades urbano-marginales y rurales.

Si por ejemplo se deja reposar el agua en un tanque durante algún tiempo, la arena y la tierra que enturbian el agua, se asientan y el agua se aclara. Algunos materiales que son muy pequeños y que no sedimentan, pueden ser retenidos por filtración.

Dependiendo del grado de contaminación del agua se necesitarán una o varias unidades de tratamiento. Por ejemplo:

### SEDIMENTADOR

Un sedimentador que constituye la primera unidad de tratamiento, es un tanque rectangular, mucho más largo que ancho, dentro del cual, el agua circula a muy poca velocidad, por lo cual las partículas se asientan en el fondo, por acción de la fuerza de gravedad que las atrae.

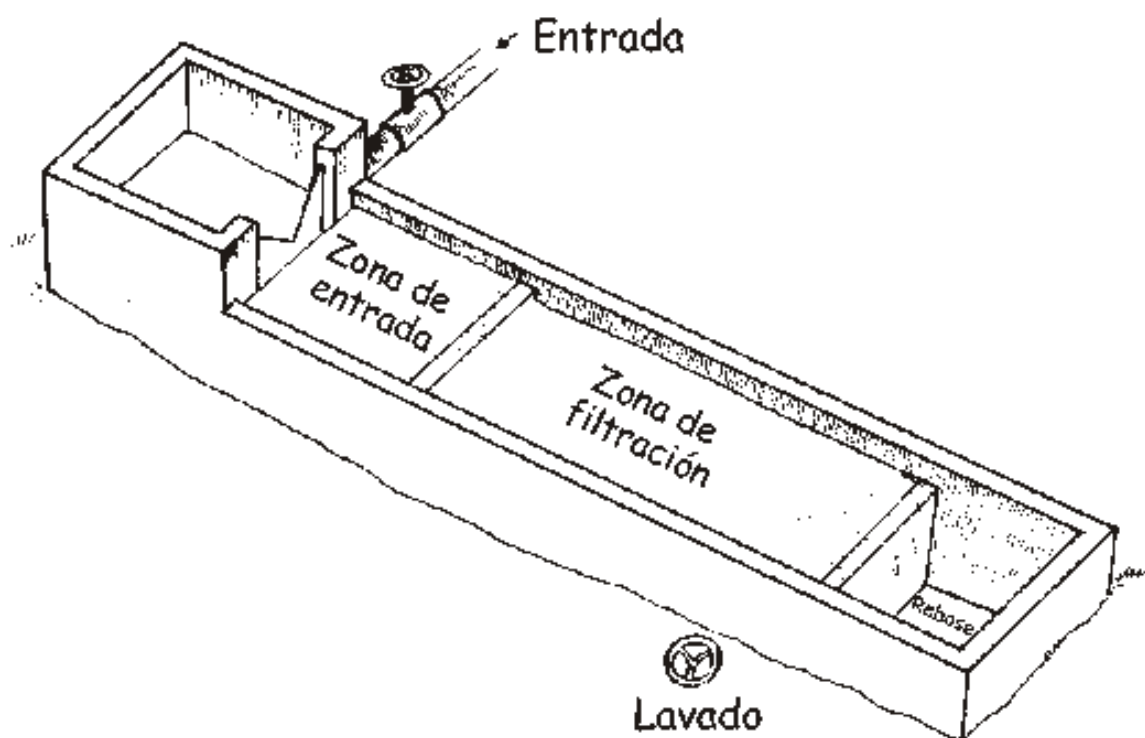


Desde hace algunos años, en el Ecuador se viene utilizando un sistema de tratamiento por medios físicos que se llama Filtración en Múltiples Etapas (FIME) que consiste en procesos de:

- ▷ Filtración dinámica.
- ▷ Prefiltración.
- ▷ Filtración lenta.

**FILTRO DINAMICO:** es un tanque rectangular, poco profundo, lleno de material granular (arena y grava) con un sistema de drenaje en el fondo que recoge el agua filtrada. Se construye generalmente al costado de un río, de montaña o de una quebrada.

Cuando el agua está muy turbia, el filtro dinámico se tapona automáticamente y protege al resto de los filtros.

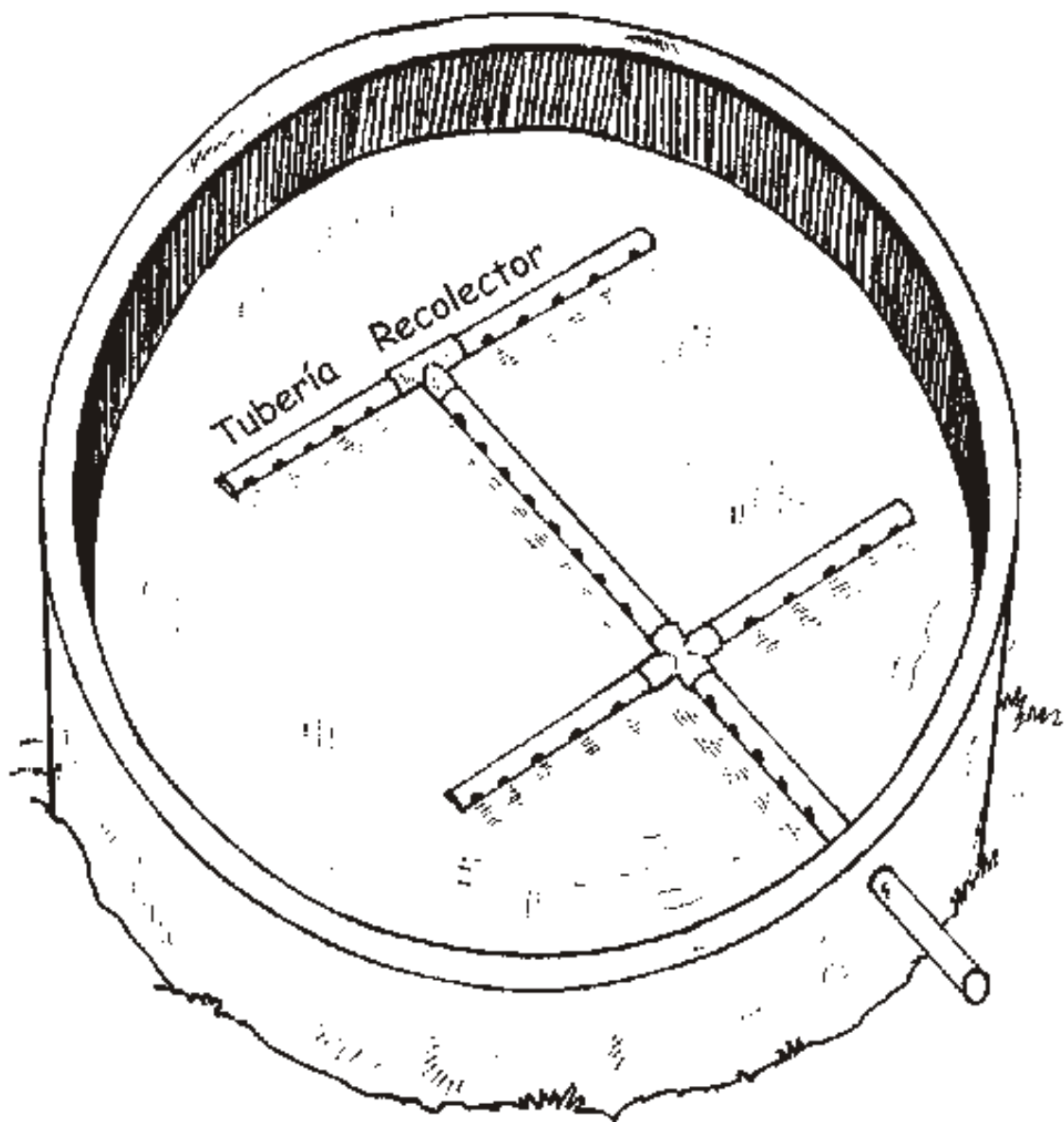


PREFILTRO: un prefiltro es un tanque lleno de grava... El agua, en su interior disminuye la turbiedad, porque la tierra es retenida por la grava a través de varios procesos físicos.

Dependiendo del sentido en el que circula el agua se clasifican en:

- ▷ prefiltros ascendentes o
- ▷ prefiltros descendentes.

### PREFILTRO GRUESO ASCENDENTE

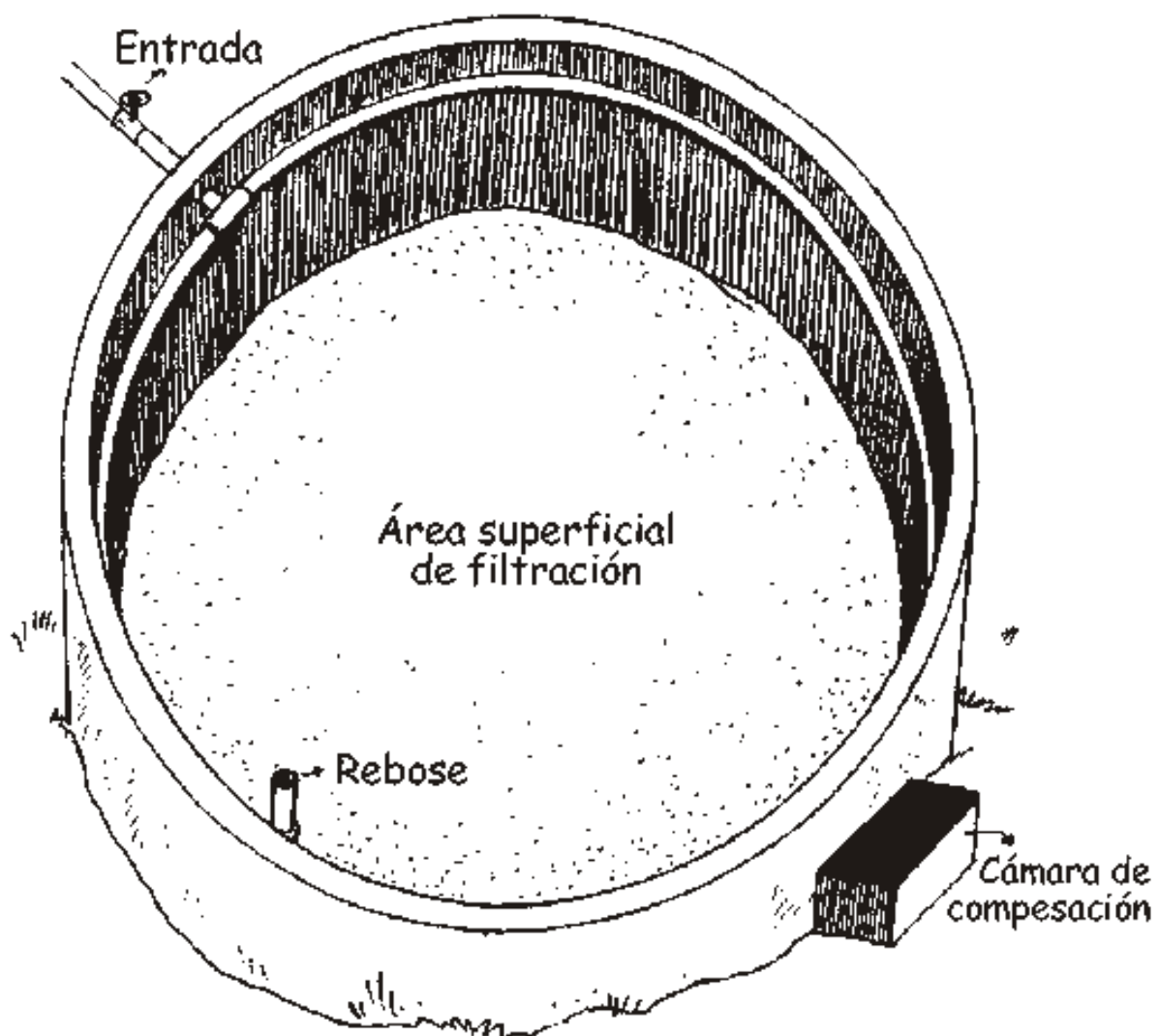


**FILTRO LENTO:** por lo general, está armado en un tanque grande, con una capa de arena, de un metro de alto. Las aguas con poca turbiedad, aguas claras, pueden ser tratadas mediante un filtro lento.

En la superficie del filtro, en los primeros 20 cm, aunque no se ve nada, se produce una lucha sin descanso, una actividad biológica intensa: algunos microorganismos se alimentan de otros, eliminando inclusive a los virus que son peligrosos para los seres humanos.

Dependiendo del sentido en el cual circula el agua, se los denominan:

- ▷ filtros ascendentes o
- ▷ filtros descendentes.



---

### PARATENER EN CUENTA

El filtro lento elimina la turbiedad en casi un 100% y elimina también hasta el 99.99% de los microorganismos dañinos para el ser humano, que pueda haber en el agua.

### DESINFECCIÓN

La desinfección controla la contaminación que se puede dar en el agua, desde que sale de la unidad de tratamiento, hasta que es utilizada en las casas.

En el medio rural, para la desinfección, lo más utilizado es el cloro, que es un producto con gran poder bactericida, o sea que es capaz de matar las bacterias o impedir su desarrollo. Además es barato y de fácil manejo.

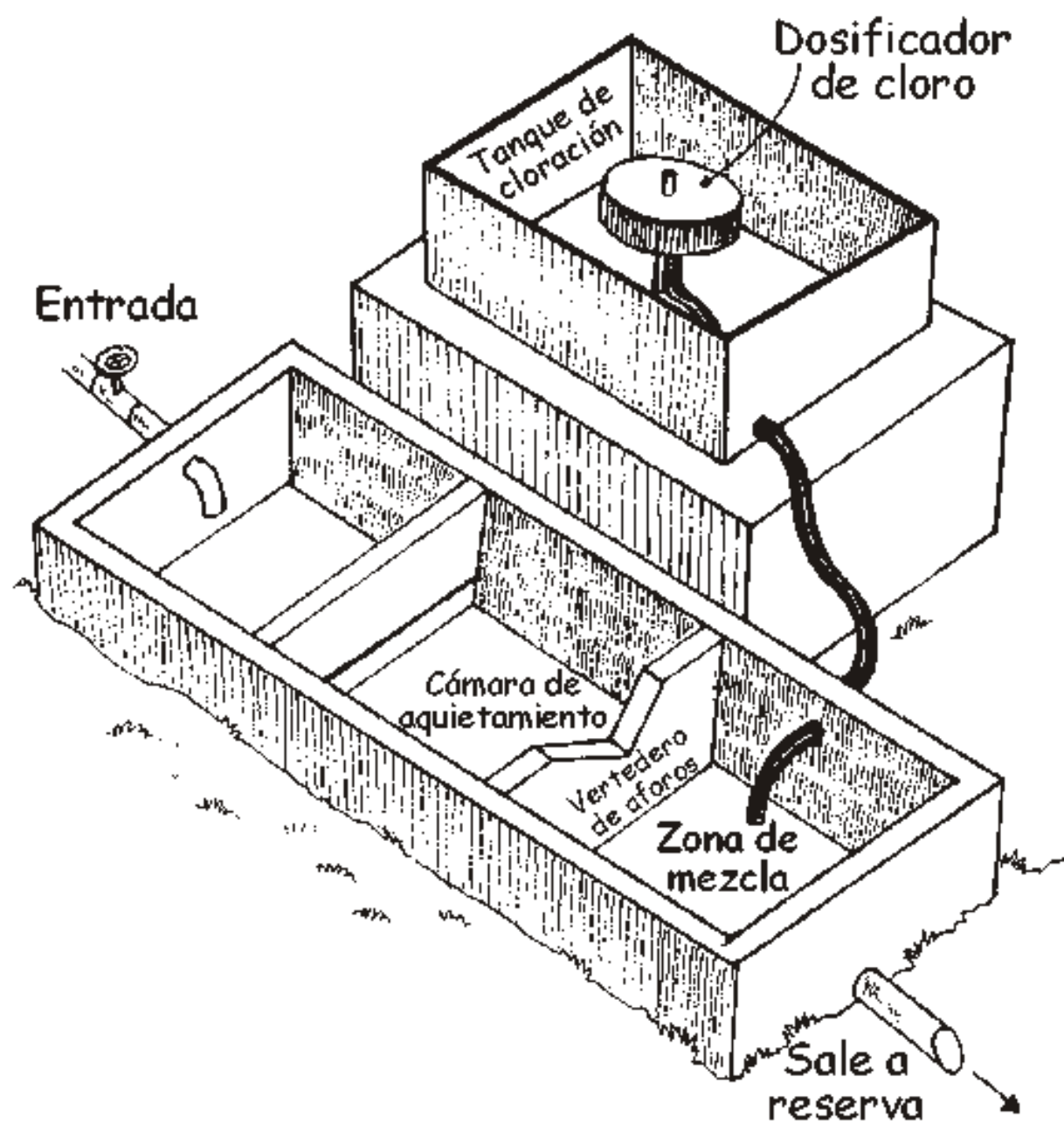
El cloro se usa en dos de sus presentaciones:

- ▷ Granular (Hipoclorito de calcio)
- ▷ Líquido (Hipoclorito de sodio)

La cantidad o dosis de cloro que se debe aplicar, depende de la cantidad y de la calidad del agua. Por su gran efectividad como desinfectante, una pequeña dosis, 1 miligramo de cloro, puede desinfectar un litro de agua.

Para que se de cuenta, un miligramo, es como un granito de azúcar.

## TANQUE DE MEZCLA DE CLORO



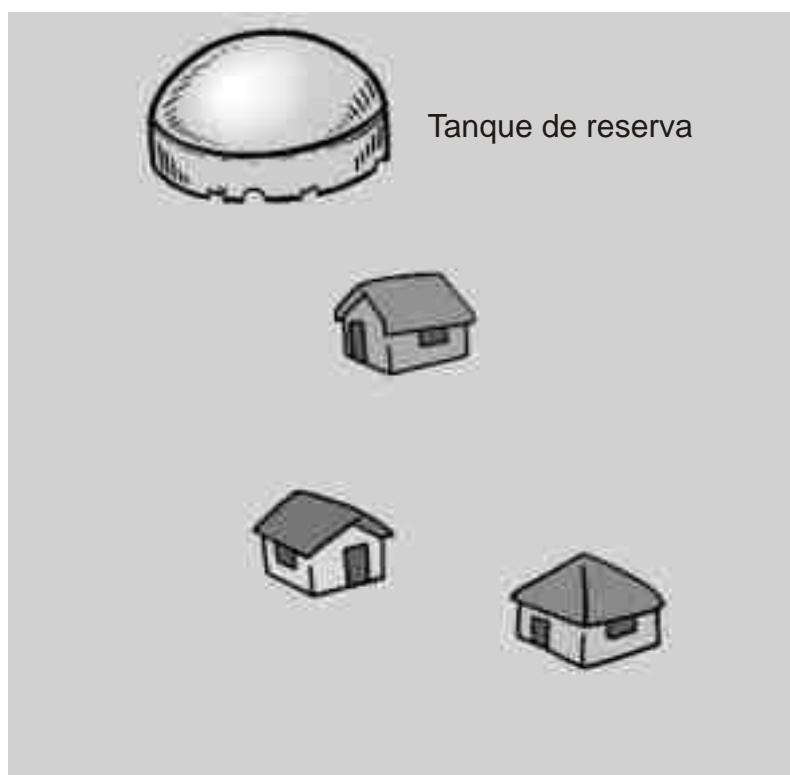
---

## 4º RESERVA o ALMACENAMIENTO

Es una estructura construida con hormigón o ferrocemento, de forma cuadrada, rectangular o redonda y cubierto.

El Tanque de Reserva, garantiza la cantidad de agua requerida por la población, en las horas de mayor consumo. El tanque almacena el agua durante la noche y en las horas de menor consumo, por lo cual, su volumen depende del tamaño de la población.

El tanque de reserva se ubica en el punto más alto de la población. En poblaciones grandes o de topografía muy irregular, pueden existir más de un tanque de reserva.

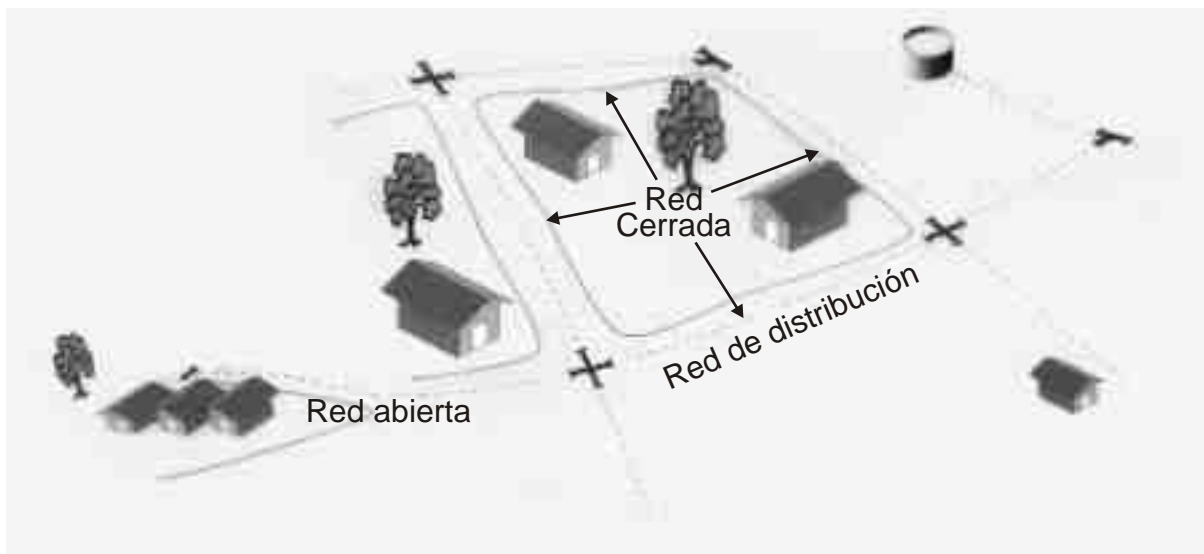




## 5º DISTRIBUCIÓN

Su función es repartir el agua potable a los domicilios. Dependiendo de la forma y el tamaño de la población, la red de distribución puede ser abierta o cerrada.

Es abierta cuando se instala en poblaciones desarrolladas a lo largo de una vía, o en poblaciones dispersas. Pueden ser una o varias tuberías que terminan con un tapón.



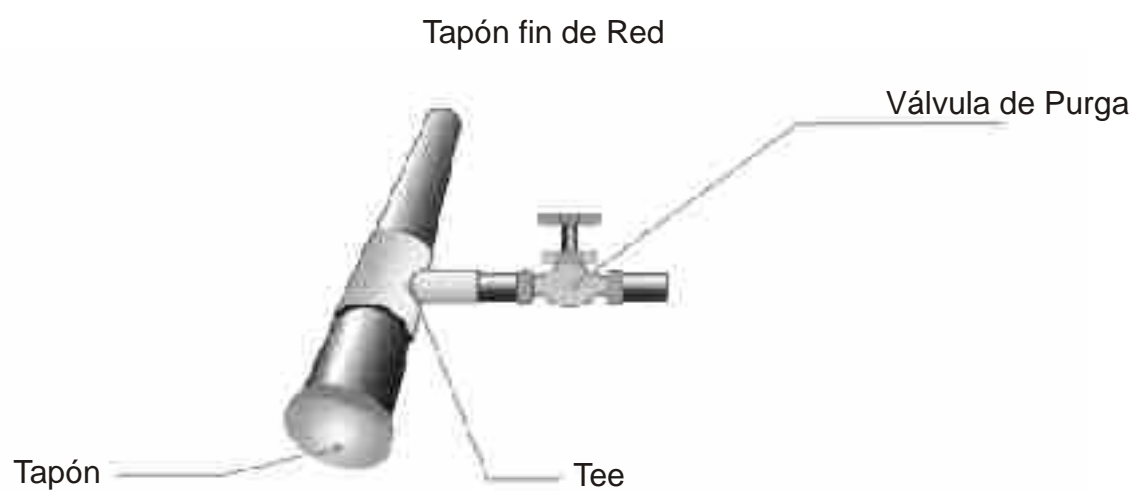
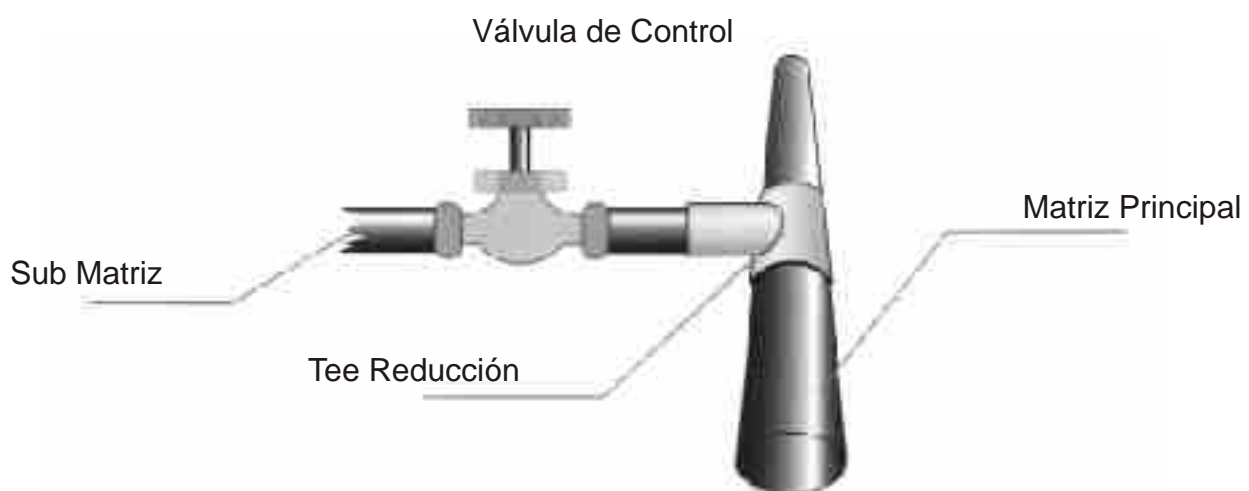
55

La red de distribución es cerrada, en el caso de poblaciones con un desarrollo urbano en manzanas, cuando se instalan matrices formando un circuito cerrado. El agua, dentro de las tuberías, puede circular en las dos direcciones, de ida y vuelta podemos decir, lo que garantiza una mejor distribución del agua.

Las redes cerradas disponen de:

- ▷ válvulas de control, para facilitar las labores de operación y mantenimiento,
- ▷ válvulas de drenaje o de purga para eliminar sedimentos que se almacenan en las matrices especialmente en los sitios más bajos de la población.

## TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN



---

## 6º DOMICILIARIAS

Son tuberías que llevan el agua desde la matriz de distribución, hasta la casa de habitación. La domiciliaria con medidor, permite establecer el consumo de cada familia y mejora la distribución de agua a la población.



Domiciliaria

## ACTIVIDAD N° 2

Vamos a dibujar un SAP, recordando las Unidades del que visitamos.

**DIBUJE AQUI**

---

## OPERACIÓN DE UN SAP

En la actualidad, los SAP se construyen para que sean fáciles de operar. Muchas de las unidades no requieren de acciones diarias, sin embargo es indispensable que exista un operador encargado de vigilar su funcionamiento.

### ¿QUIÉN ES EL OPERADOR DE UN SAP?

Es la persona -hombre o mujer- responsable de su funcionamiento (operación) y de su mantenimiento. Es un empleado de la Junta y el principal contacto con el usuario.



Las operadoras de El Rodeo, Mercedes y Celestina

El operador conoce el sistema y sabe cómo funcionan las distintas unidades. Naturalmente, debe ser capacitado para cumplir estas funciones. En caso de necesidad, puede pedir a la Junta que administra el servicio, la ayuda de la comunidad.

---

## ¿QUIÉN ES EL OPERADOR DE UN SAP?

El operador es quien maneja u opera el SAP, y da mantenimiento a las distintas partes.

En los sistemas grandes y en los pequeños, el operador cumple con varias tareas diarias, denominada rutina, que es diferente, para cada uno de los sistemas.

Las principales tareas del operador en las diferentes unidades, son:

### En la captación:

Visitar la fuente para garantizar el ingreso regular del caudal de agua requerido por el sistema. Dependiendo del tipo de fuente, la visita a la captación varía:

- ▷ todos los días cuando se trata de ríos de montaña,
- ▷ una vez por semana para las tomas laterales, y
- ▷ una vez por mes para los drenajes y pozos de infiltración.

60

### En la conducción:

El operador recorre periódicamente, de tiempo en tiempo, la tubería, chequeando si hay taponamientos o filtraciones. En los tanques rompedores, verifica los caudales, opera de ser necesario las válvulas de aire y de purga.

### En el Tratamiento:

Verificará el caudal de ingreso y salida. Si una de las unidades de tratamiento requiere limpieza, disminuye el caudal hasta realizar el mantenimiento preventivo programado.

Para la Desinfección, verificará el caudal, observará la calidad del agua y aplicará cloro.

La aplicación de cloro es considerada una de las tareas más importantes del operador.

---

La cantidad o dosis de cloro, que se aplique depende: de la cantidad y de la calidad del agua. Por su gran efectividad como desinfectante, una pequeña dosis, 1 miligramo de cloro, puede desinfectar un litro de agua.

### En el Tanque de Reserva:

Tiene que calibrar las válvulas, que es una tarea muy importante. A la entrada, buscará evitar el desperdicio por el rebose del tanque. A la salida procurará un buen reparto en las diferentes redes.

### En la Red de Distribución:

Verifica el funcionamiento de los diferentes tanques rompedores, calibrando las válvulas de entrada y salida. Calibrar las válvulas de control permite mejorar el reparto a los diferentes sectores de la comunidad.

### En las Domiciliarias:

La acción fundamental es verificar la cantidad de agua en cada una de ellas y calibrar, si es del caso, la toma de incorporación ubicada junto a la matriz o la llave de vereda, a la entrada en el medidor.

61

#### PARA TENER EN CUENTA

El operador no es el único responsable del mantenimiento del SAP, necesita el apoyo de la comunidad.

---

## OPERACIÓN

### CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS



### MEDICIÓN Y REGISTROS



### DESINFECCIÓN-CLORACIÓN



### AFOROS





## ACTIVIDAD Nº 3

Veamos hasta dónde conoce el SAP de su comunidad.

Por favor responda a las siguientes preguntas:

*¿De qué tipo de fuente captan el agua?*

---

---

---

Describe el tipo de captación:

[illegible]

*¿Qué distancia hay desde la captación hasta la planta de tratamiento?*

---

---

---

---

---

---

*¿Cuáles son las características del Tanque recolector: tamaño, ubicación, etc.?*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*¿Qué tipo de conducción se utiliza?*

---

---

---

---

*¿Dónde está ubicada la planta de tratamiento?*

---

---

---

---

*¿Qué unidades forman la planta?*

---

---

---

---

---

---

---

---

*¿Qué tipo de desinfección se realiza?*

---

---

---

---

*¿Cómo es y dónde está ubicado el tanque de reserva?*

---

---

---

*¿Cuáles son las características de la Red de Distribución?  
(cuántas matrices, tipo de material, distancia que recorren, etc.)*

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

¿Cuántas domiciliarias existen, todas tienen medidor?

---

---

---

---

*¿En qué estado están las unidades del SAP de su comunidad?*

---

---

---

---

---

---

*¿Cómo participa la comunidad en el mantenimiento?*

---

---

---

---

---

---

66 ¿En su opinión, qué hay que hacer para mejorar el funcionamiento del SAP?

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

### Un buen consejo

Si no pudo contestar todas las preguntas, le recomendamos que, en cuanto le sea posible, vuelva a visitar el SAP de su comunidad para obtener los datos que necesita y completar el trabajo.

### En pocas palabras... Unidad 2

Un Sistema de agua Potable, está compuesto por seis partes o unidades:

- ▷ Captación.
- ▷ Conducción.
- ▷ Tratamiento.
- ▷ Reserva o Almacenamiento.
- ▷ Red de Distribución.
- ▷ Domiciliarias.

La unidad de captación tiene como función captar el agua desde una fuente. Dependiendo de la fuente hay varios tipos de captación:

- ▷ Dren.
- ▷ Azud.
- ▷ Pozos de infiltración.
- ▷ Galerías de infiltración.
- ▷ Toma lateral.

La unidad de conducción lleva el agua hasta la unidad donde se realizará el tratamiento. En terrenos quebrados, las tuberías de conducción, para su buen funcionamiento, requieren la instalación de:

- ▷ tanques rompedores,
- ▷ válvulas de aire,
- ▷ válvulas de purga.

En la unidad de tratamiento se producen los procesos para mejorar las condiciones del agua, por medios químicos o por medios físicos.

Cuando se hace por medios químicos se agregan al agua sustancias químicas.

Cuando se usan medios físicos, son necesarios:

- ▷ Tanque sedimentador.
- ▷ Filtro dinámico.
- ▷ Prefiltros (ascendentes o descendentes).
- ▷ Filtro lento.
- ▷ Desinfección.

En el tanque de reserva, el agua se almacena durante las noches y las horas de menor consumo, para garantizar un caudal de agua apropiado, en las horas de mayor consumo.

En la red de distribución, se reparte el agua a los domicilios. La red puede ser abierta o cerrada, según la distribución de las viviendas.

Las domiciliarias, son las cañerías que llevan el agua desde la matriz de distribución hasta las casas.

El Operador es la persona encargada del manejo y el mantenimiento del SAP. Pero no es el único responsable. La comunidad entera debe colaborar en su mantenimiento.

---

Claro como el agua

Ley de Gravedad: Ley de la naturaleza, atracción de los objetos al centro de la tierra.

Captar: Atraer hacia sí, recoger las aguas.

Granular: Que está formado por granos.

Drenaje: Procedimiento para hacer un desagüe.

Topografía: Conjunto de particularidades que tiene un terreno.

Accesorio: Herramienta o utensilio auxiliar, que depende de lo principal.

Sedimento: Materia que se precipita al fondo de un líquido.

Grava: Piedrecillas redondeadas.

Infiltrar: Introducirse lentamente un líquido.

Almacenar: Guardar.

Rutina: Actividades que se realizan por igual todos los días.





UNIDAD 3

# DESINFECCION

AUTOR  
Eugenio Reyes





### Arcoiris de aguas

Agua celeste alegre, en la cascada  
Agua verde hoja susurrando en el bosque  
Agua amarillenta temblorosa en el páramo y en  
el pajonal.  
Agua morada cuando se pone el sol, en la  
quietud del lago  
Agua oscura, negra, misteriosa en el pantano  
Agua blanca blanca en la nieve Agua con  
pinceladas azules, en el hielo  
Arcoiris de aguas  
MSR



---

## ¿QUÉ TEMAS VAMOS A TRATAR?

- ☐ ¿Cómo se puede purificar el agua para que sea potable?
- ☐ ¿Cómo se hacen los aforos?
- ☐ ¿Cómo hay que hacer la cloración?
- ☐ ¿Qué precauciones hay que tomar para usar cloro?



## EL LADO OSCURO DE EL AGUA

El agua, que permite la vida sobre la tierra, también puede convertirse en una amenaza para la salud, cuando alberga bacterias y microbios que pueden dañarla seriamente. Aún el agua que parece clara, puede contener impurezas que la convierten en peligrosa para el consumo humano. Por esa razón, es necesario purificar el agua, desinfectándola, antes de destinarla al consumo humano.

### ¿CÓMO SE PUEDE PURIFICAR EL AGUA PARA QUE SEA POTABLE?

Existen varias formas de matar los microorganismos que contiene el agua. En la casa, por ejemplo, una de las formas más sencillas y eficaces es hervir el agua por lo menos 10 minutos, antes de consumirla.



---

En el caso de los sistemas de agua potable, se han probado varias sustancias químicas para desinfectar grandes cantidades de agua. Entre ellas, el cloro, ha demostrado efectividad para destruir bacterias, hongos y otros microorganismos, en muy poco tiempo. Además, un aspecto importante de la cloración es que siempre queda en el agua, alguna partecita de cloro -lo que llamamos el cloro residual- capaz de seguir actuando por varias horas o días después que el cloro actuó.

Los ingenieros químicos, para facilitar el manejo del cloro (que es un gas), han logrado formar:

- ▷ un compuesto sólido granulado, llamado hipoclorito de calcio,



- ▷ y una presentación de cloro líquido, denominado hipoclorito de sodio.



Como la cloración del agua es un asunto delicado, es necesario conocer muy bien, cómo hay que usar el cloro, o sea cómo se debe hacer la dosificación adecuada del cloro para la desinfección del agua.

---



---

Lo primero es averiguar la cantidad de agua que requerimos diariamente en nuestra comunidad. Para eso se realiza un aforo, o sea se mide la cantidad de agua que corre en un segundo.



79

Haciendo aforos...

Normalmente, para comunidades localizadas en la sierra, un caudal de un litro por segundo (lt/seg.) alcanza para unas 1000 personas o sea unas 200 familias (5 personas por familia).

Entonces:

El caudal de agua que requiere la comunidad resultará de dividir el número de familias para 200.

Un ejemplo para aclarar:

Si en su comunidad viven unas 50 familias, la fuente de agua debe tener un caudal de 0,25 litros por segundo para satisfacer la demanda de las 50 familias.

El cálculo es el siguiente:  $50/200 = 0,25 \text{ lt/seg.}$

---

---

## ¿PARA QUÉ AFORAMOS?

Para determinar la cantidad de agua que ingresa y que sale de las distintas partes del SAP.

Muchas veces se observan cambios en la cantidad de agua que produce la fuente o por pérdidas de agua en fugas de tuberías y tanques, o por reparto de agua hacia diferentes tanques. Entonces es necesario medir los caudales o aforar, para hacer las correcciones que corresponda.

Existen varias maneras o métodos, para realizar los aforos, entre otros:

- ▷ molinetes,
- ▷ trazadores,
- ▷ vertederos,
- ▷ volumétrico.

80

Su utilización depende del tamaño de la fuente. Para caudales pequeños, el método volumétrico es el más práctico y aconsejado.

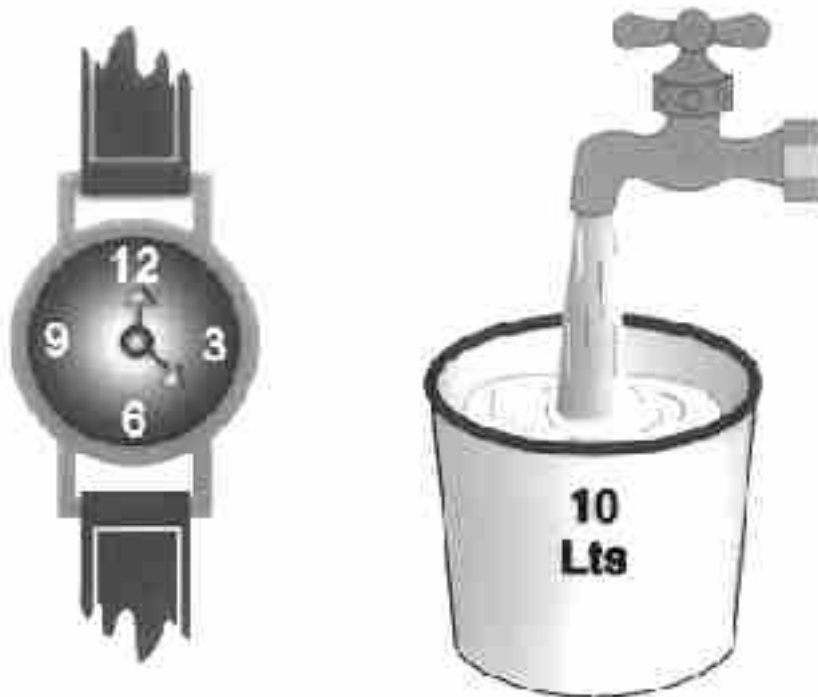
Veamos de qué se trata:

### Método Volumétrico

Consiste en la determinación de caudales averiguando el tiempo requerido para llenar un balde o un volumen conocido.

¿Qué se necesita?

- ▷ Un balde graduado de 10 litros de capacidad.
  - ▷ Un reloj con cronómetro o con segundero.
-



¿Qué hay que hacer?

- ▷ Identificar la válvula que controla el agua que ingresa a la planta de tratamiento.
- ▷ Localizar el chorro de agua que ingresa a la planta.
- ▷ Introducir el balde debajo del chorro hasta completar los 10 litros y medir el tiempo que se necesitó para llenar el balde.
- ▷ Dividir 10 para el número de segundos (10: número de segundos). El valor obtenido es el caudal en litros/segundo.
- ▷ Por ejemplo, si su balde se llenó en 30 segundos, entonces  $10 \text{ dividido para } 30 = 0,33 \text{ lt/seg.}$
- ▷ Mover o calibrar la válvula hasta conseguir el caudal requerido. Si tiene  $0,33 \text{ lt/seg.}$  y necesita  $0,25 \text{ lt/seg.}$ , entonces hay que cerrar un poco la válvula y volver a aforar.

## ¿CUÁNTO CLORO SE REQUIERE AGREGAR EN EL SISTEMA?

Hay que tener en cuenta que basta con pequeñas cantidades de cloro para desinfectar grandes volúmenes de agua. Porque el cloro es un producto químico muy potente.

Por ejemplo: 100 gramos de cloro granulado (3 cucharadas grandes), o 10 litros de cloro líquido, son suficientes para desinfectar un caudal de un litro/segundo o un volumen de 86 m<sup>3</sup> de agua.

Si se usa cloro granulado, es necesario preparar la solución de cloro. Para ello:

- ▷ llene con agua, aproximadamente hasta la mitad, el balde usado para el aforo,
- ▷ agregue el cloro, 25 gramos correspondientes a un caudal de 0,25 lt/seg.
- ▷ remueva hasta que se deshaga por completo,
- ▷ la solución formada échela en el tanque de cloración y mézclela con una cuchara o paleta de madera.

82

Si en cambio su comunidad tiene un equipo que produce cloro líquido:

- ▷ mida en el balde utilizado para el aforo, la cantidad de 2,5 litros, correspondiente a un caudal de 0,25 lt/seg.,
- ▷ vierta el contenido en el tanque de cloración y revuelva con una cuchara o paleta de madera.

### PARA TENER EN CUENTA

Recuerde que la cantidad de cloro requerida para su comunidad depende de la cantidad de agua consumida diariamente.

---

## ¿Cómo funciona el dosificador de cloro?

El dosificador es un dispositivo que permite que salga un chorro constante de cloro, durante todo el día. Si en su comunidad, el tanque de cloración es de 250 litros de capacidad, entonces, debe salir del dosificador, un chorro de cloro que llene un recipiente de un litro, en 8 minutos.

Si es necesario, se puede calibrar fácilmente el dosificador, abriendo o cerrando el orificio de salida, para hacer variar al chorro.

## ¿Cómo controlar el cloro residual?

Se usa un equipo denominado comparador de cloro, que está disponible en almacenes que venden cloro. El equipo trae una cámara plástica transparente de dos cilindros y dos frascos con reactivos químicos, uno de ellos denominado orthotolidina, que reacciona con el cloro residual presente en el agua, dándole color.

El cloro residual en la red, se mide 24 horas después de su aplicación.

- ▷ el cilindro izquierdo del comparador de cloro, se llena con una muestra de agua hasta la línea o señal,
- ▷ se colocan 5 gotas del reactivo orthotolidina,
- ▷ se tapa el cilindro y se agita,
- ▷ se compara el color de la muestra con el rango de colores en tonos de amarillo.

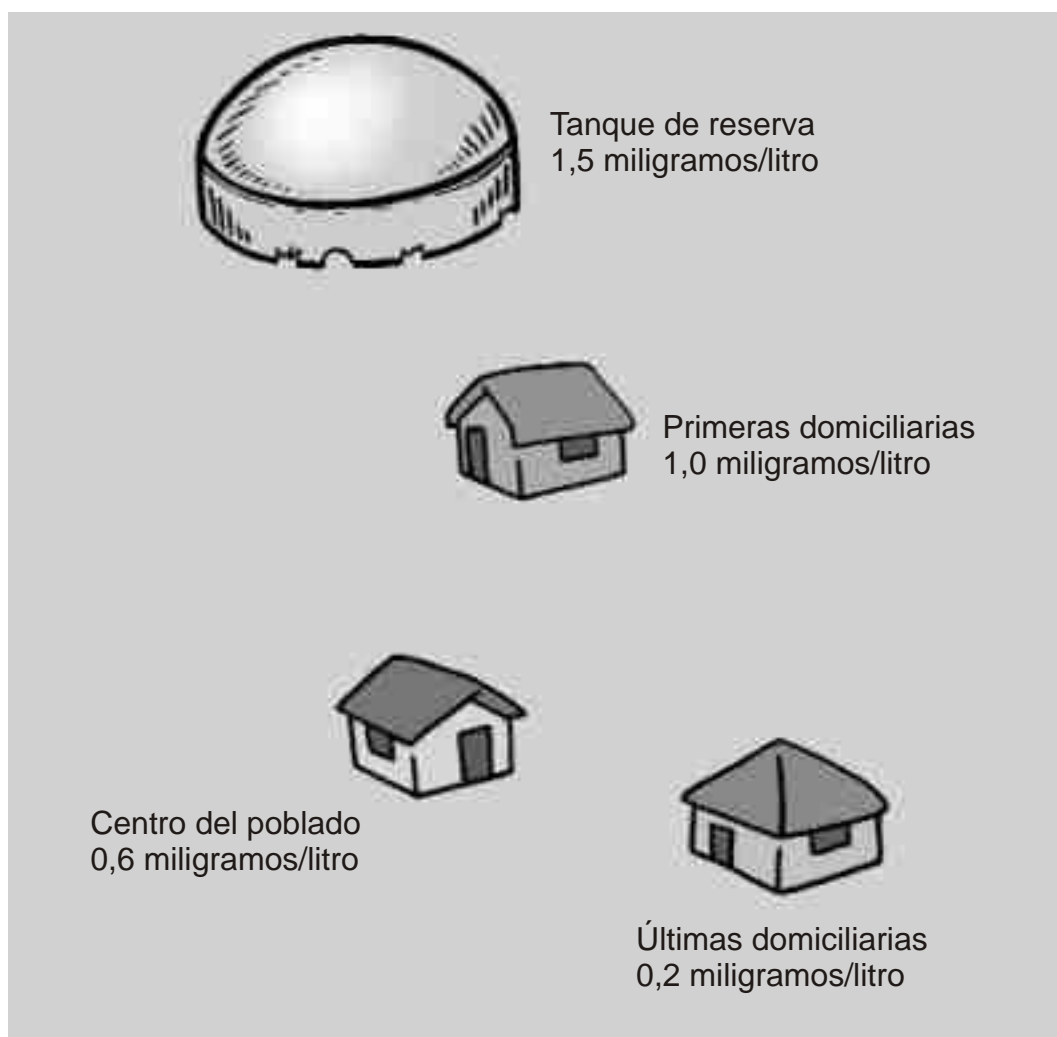
83

El color más parecido, corresponde a la cantidad de cloro residual, presente en la muestra.

El control del cloro residual en la red, es muy importante. Para hacerlo le sugerimos que el segundo vocal de la Junta, realice un monitoreo del cloro residual, en diferentes puntos de la red y de ser necesario, solicite al Operador las correcciones correspondientes.

Las proporciones correctas (estándares) son:

- ▷ 0,6 – 1,0 mg/lit de cloro residual en las primeras domiciliarias.
  - ▷ 0,3 – 0,6mg/lit de cloro residual en las casas intermedias.
  - ▷ 0,1 – 0,3mg/lit de cloro residual en las ultimas domiciliarias.
-



Hay que llevar registros de aforos y cloración, para lograr el mejor uso del cloro, abaratando costos y evitando niveles exagerados de cloro residual, que afectan a la salud humana. En las reuniones comunitarias es conveniente pedir la opinión de los usuarios sobre el cloro residual (olor, sabor).

#### PARATENER EN CUENTA

Si la cantidad de cloro residual en la red supera el valor de 1,5 mg/litro, deberá vaciarse el contenido del tanque de reserva y realizar los correctivos necesarios.

---

## ¿Por qué hay que tomar precauciones para el uso del cloro?

Porque el cloro es muy peligroso para la salud humana.

El manejo del cloro granulado o líquido, utilizado en nuestros SAPs, debe realizarse con mucho cuidado, evitando el contacto directo con la piel, con las mucosas o con los ojos.

Los fabricantes de cloro recomiendan utilizar guantes, máscaras y gafas para su manejo. Sí accidentalmente, el cloro se pone en contacto directo de personas o animales, es necesario, inmediatamente, lavar la superficie afectada con agua abundante.

## ¡Cuidado al almacenar cloro!

El almacenamiento del cloro, debe hacerse en recipientes herméticos o sea perfectamente cerrados, y en lugares bien ventilados, que no estén próximos a los habitados por personas o animales.

**En pocas palabras...**  
**Unidad 3**

*El agua, pese a mostrarse limpia, puede estar contaminada con microorganismos dañinos para la salud. Entonces es necesario desinfectarla. En las casas se puede desinfectar el agua, haciéndola hervir 10 minutos. En los SAPs se usan sustancias químicas, como el cloro.*

*La desinfección, en comunidades rurales, se realiza con cloro granulado (hipoclorito de calcio), o con cloro líquido (hipoclorito de sodio).*

*La cantidad de cloro utilizada está en función directa a la cantidad de agua utilizada por la población. Es necesario entonces, conocer el número de usuarios del sistema y regular el caudal requerido por medio de aforos.*

*Una pequeña cantidad de cloro es capaz de desinfectar un gran volumen de agua. Es muy importante verificar los niveles de cloro residual cuyo valor máximo no debe superar 1 miligramo (mg) por litro.*

*El cloro es una sustancia muy peligrosa para el ser humano, por eso, su manejo debe realizarse siguiendo las recomendaciones del fabricante: usar gafas, guantes, mascarilla.*

*El almacenamiento del cloro debe realizarse en recipientes herméticos, en un lugar bien ventilado y no habitado por personas ni animales.*

Claro como el agua

Alberga: Contiene, hospeda.

Cronómetro: Reloj de precisión, que marca minutos y segundos.

Reactivo: Que produce reacción.



---

## REPARACIONES

### TUBERÍAS Y ACCESORIOS PARA HACER REPARACIONES SENCILLAS

Los Sistemas de Agua Potable, están construidas con tuberías y accesorios que es necesario conocer:

#### Tuberías

Tubos PVC unión elastomérica: se utilizan para tuberías de diámetros grandes (63,90,110,160 mm). Permiten uniones elásticas y herméticas entre dos tubos o tramos mediante un caucho diseñado como un anillo que se ajusta con el agua.

Tubos PVC E/C: se utilizan para diámetros pequeños (20, 25, 32, 40, 50 y 63 milímetros (mm)). El PVC es un material que puede ser soldado o unido con cemento solvente que funde a dos tubos o pedazos, en corto tiempo. El fabricante ha diseñado un sistema de espiga y campana para facilitar la unión entre tubos.

La tubería de PVC se fabrica en tramos de 6 metros (m) de longitud y en diferentes diámetros. La medida del diámetro está expresada en milímetros (mm) y corresponde a la medida externa del tubo.

Tubos HG: fabricados con hierro y galvanizados para protegerlos de la corrosión causada por el agua. Estos tubos son utilizados para tramos expuestos, como por ejemplo, pasos de quebrada, instalaciones o interconexiones de tanques, entre otros.

Politubo: denominado como manguera, el politubo, es utilizado para las domiciliarias y como matrices en zonas geológicamente inestables. Las uniones entre tubos y con los accesorios son poco resistentes.

---

## Accesorios:

Actualmente existe una gran cantidad de accesorios disponibles en todos los diámetros comerciales, a precios relativamente convenientes. Los accesorios permiten realizar una serie de conexiones.

Algunos de los principales son:

Codos: permiten cambiar la dirección de una tubería en 22.5, 45 y 90 grados.

T: permite bifurcar una tubería, obteniendo una nueva matriz con un ángulo de 90 grados.

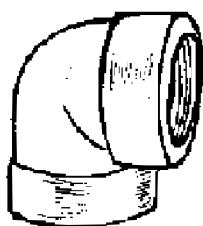
Y: al igual que la T bifurca una tubería, obteniendo una nueva matriz con un ángulo de 45 grados.

Unión: permite el empalme o unión de dos tramos de tubería.

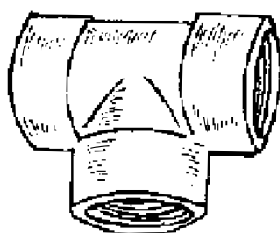
Reductor: permite unir dos tuberías de diámetro distinto, por ejemplo, un tubo de 32 mm con uno de 50 mm.

Adaptador: permite unir dos materiales distintos. Por ejemplo un tubo de PVC de 32mm con un accesorio HG. El adaptador puede ser macho si dispone de rosca externa o hembra, si posee la rosca interna.

---



CODO DE 90o ROSCABLE



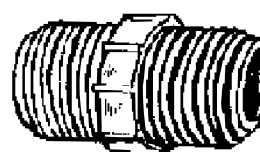
TEE 90o ROSCABLE



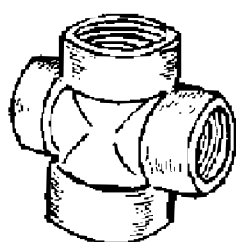
YEE ROSCABLE



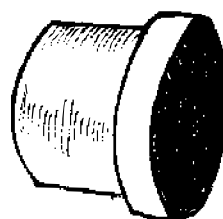
NUDO UNIVERSAL



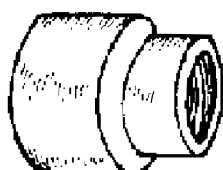
NEPLO PERDIDO



CRUCETA ROSCABLE



TAPÓN HEMBRA SOLDABLE



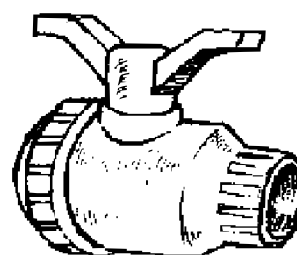
REDUCTOR



UNIÓN SENCILLA  
ROSCABLE



VÁLVULA FLOTADORA



VÁLVULA  
DE ESFERA



UNIDAD 4

**MANTENIMIENTO  
DE UN SAP**

AUTOR  
Eugenio Reyes



"Para nosotros, en las comunidades andinas,  
el agua vive.  
No es como un cuchillo, ni como un poncho.  
No es un objeto... vive, canta, siente, sufre...  
Para nosotros la naturaleza toda es vida.  
Viven los cerros, los ríos, viven como las  
personas...  
Por eso a veces el agua es abuela, o madre, o  
yerno...  
Y es sangre, que al juntarse con la pachamama,  
en la chacra,  
hace posible la vida...  
Recopilación: Gustavo Quezada. Azuay.







---

## ¿QUÉ TEMAS VAMOS A TRATAR?

- ☐ ¿Cómo se puede dar mantenimiento a un SAP?
- ☐ ¿Para que sirve un mantenimiento preventivo?
- ☐ ¿Qué se hace cuando se da un mantenimiento Correctivo?



## MEJOR PREVENIR QUE REPARAR

En los sistemas de agua potable, para garantizar el funcionamiento de las diferentes unidades durante el período de vida útil, se necesitan realizar tareas de:

- ▷ mantenimiento preventivo o rutinario y
- ▷ correctivas o de reparación.

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Son las tareas que se realizan en una unidad o en un equipo con la finalidad de evitar paradas forzosas e imprevistas.

El mantenimiento preventivo, como su nombre los indica, previene e impide daños futuros en el sistema. De ese mantenimiento preventivo depende, en gran medida, su vida útil. Y también el agua potable de toda una población.

Por eso tanto las comunidades como las Juntas que administran el agua y los operadores, deben estar pendientes de que se haga el mantenimiento preventivo necesario. Para eso es necesario elaborar un Plan de Mantenimiento Preventivo para cada SAP.



---

Veamos un caso de la vida real:

*En la comunidad de Santa Teresita de Chiquintad, del cantón Cuenca, Provincia del Azuay, Don Hipólito, operador del sistema de agua potable, revisa la programación en el Plan de Mantenimiento Preventivo, en el cual se recomienda el mantenimiento de los filtros. Luego de comprobar que los filtros, efectivamente, necesitan limpieza, solicita a la Junta, que se convoque a 4 personas de la comunidad para que le ayuden a realizar esta tarea el día sábado 20 de enero del 2001 desde las 7:00 horas hasta las 13:00 horas.*

En el Manual de Operación y Mantenimiento del SAP de Santa Teresita, se encuentra la siguiente GUÍA PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS:

### 1. ¿QUÉ hay que hacer?

Limpieza superficial del filtro.

### 2. ¿QUIEN tiene que hacer la limpieza superficial del filtro?

El Operador, con el apoyo de 4 personas de la comunidad.

### 3. ¿CÓMO lo van a hacer?

Siguiendo el procedimiento indicado:

- Cerrar el ingreso de agua al filtro.
  - Abrir la válvula de lavado, hasta bajar el nivel de agua 5 centímetros por debajo del nivel de la arena.
  - Cerrar la válvula del lavado.
  - Raspar con el bailejo, 2 a 3 centímetros de la capa superficial del filtro, recoger en los baldes plásticos y llevar al tanque lavador de arena.
  - Limpiar las paredes del filtro, con los cepillos y agua clorada.
  - Abrir la válvula de ingreso al filtro.
  - Lavar el material con agua corriente.
  - Almacenar la arena lavada en el sitio correspondiente.
-

---

#### 4. ¿CUÁNDO hay que hacer esta tarea?

Cada 3 meses o cuando el filtro se haya tapado.

#### 5. ¿CON QUÉ se limpian los filtros?

- 2 Bailejos
- 3 Baldes plásticos
- 3 Cepillos plásticos
- Agua con cloro

*El día lunes 22 de enero del 2001, Hipólito, el operador, reporta a la Junta los nombres de las personas que colaboraron y quiénes han participado activamente, indicando que los trabajos programados concluyeron satisfactoriamente en 4 horas, por lo que se aprovechó el resto de la mañana para arreglar los jardines de la planta de tratamiento.*

### VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- ▷ Evita que las unidades o los equipos se dañen completamente, prolongando su vida útil.
  - ▷ Reduce el tiempo que permanecen parados los equipos y unidades.
  - ▷ Mayor eficiencia en el funcionamiento de los equipos y unidades.
  - ▷ Disminuye el costo de materiales y repuestos.
  - ▷ Disminuye los costos de mano de obra.
  - ▷ Las tareas se realizan siguiendo una planificación.
-

## ACTIVIDAD Nº 4

En su opinión:

*¿Para qué sirve un Plan de Mantenimiento Preventivo?*

---

---

---

---

---

*¿Quién o quiénes deben elaborar el Plan de Mantenimiento Preventivo?*

---

---

---

---

---

100

*¿Quién revisa el funcionamiento de las unidades?*

---

---

---

---

---

*¿Quién debe encargarse de cumplir el Plan de Mantenimiento Preventivo?*

---

---

---

---

---

---

*¿Por qué el Operador debe pedir a la Junta, la colaboración de las personas de la comunidad?*

---

---

---

---

---

*¿Por qué el Operador debe presentar un informe a la Junta, sobre las tareas realizadas?*

---

---

---

---

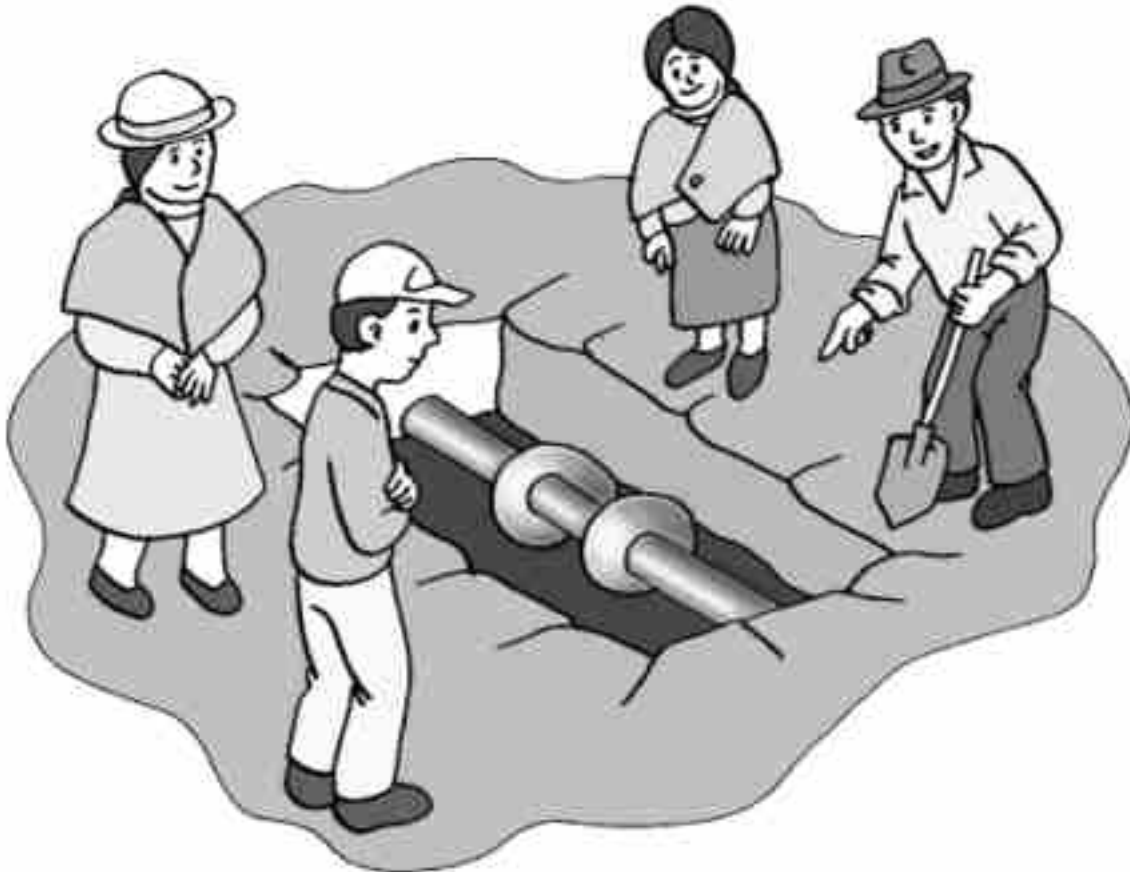
---

#### PARATENER EN CUENTA

El mantenimiento preventivo evita que las unidades o los equipos funcionen mal o se dañen completamente.  
Siempre, es mejor prevenir... que reparar.

## MANTENIMIENTO CORRECTIVO REPARACIONES

El mantenimiento correctivo se ocupa de reparar los daños que se van produciendo en el SAP. Conviene arreglar enseguida lo que se rompe o se descompone, para evitar males mayores...



102

Otro caso de la vida real:

*En la Comunidad de Chunasana del cantón Nabón de la provincia del Azuay existen problemas causados por la migración. Uno de ellos, bastante grave: desde hace 8 meses, no hay un Operador para el SAP. La única tarea que se realiza es la cloración del agua, para lo cual, cada familia se turna durante una semana.*

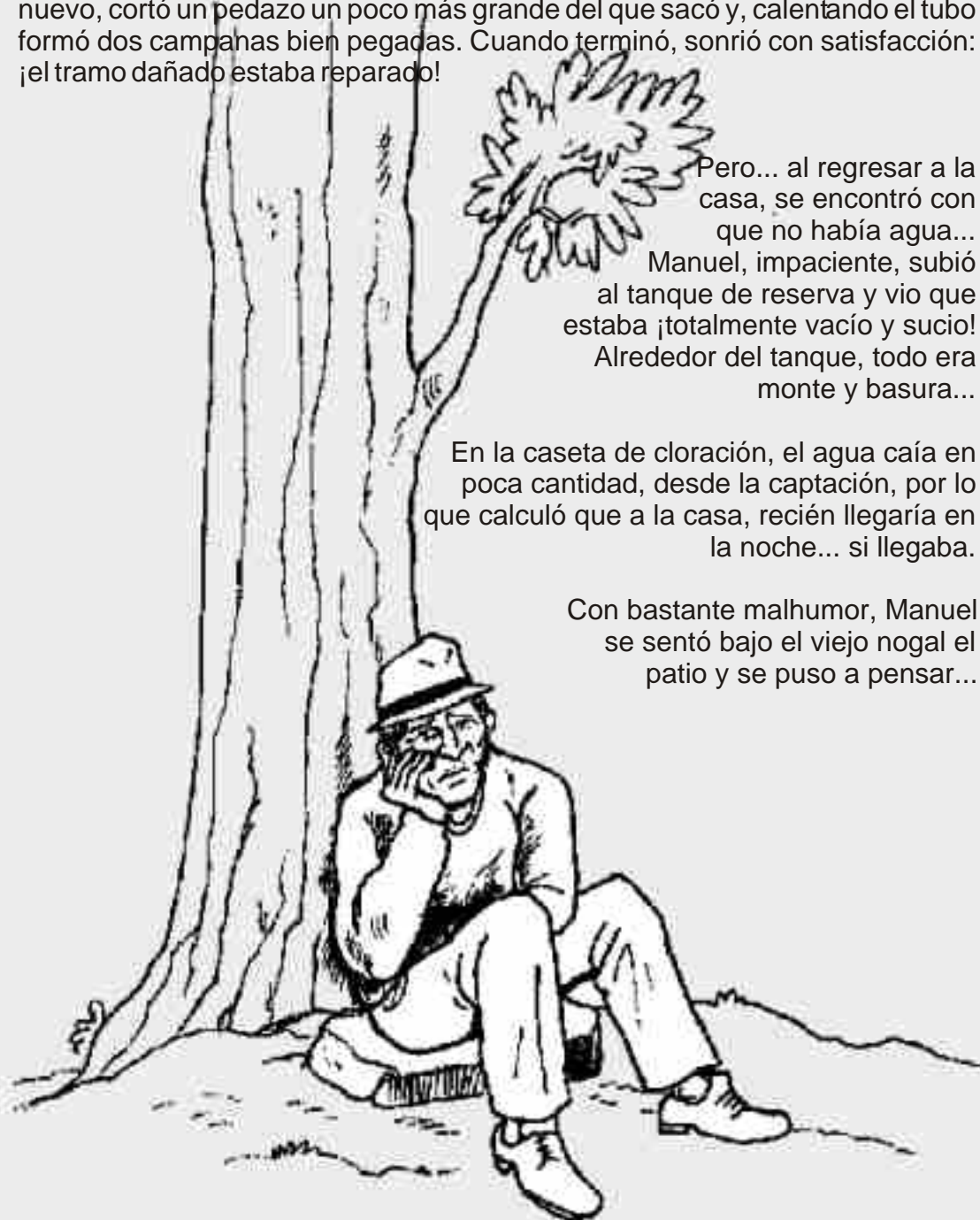
*Hace algún tiempo, la parte alta de la comunidad se quedó sin agua, y la parte más baja tenía muy poca cantidad. Por momentos, se secaba completamente y nadie tenía ni una gota...*



Cuando Don Manuel Morocho fue a visitar a su familia y le contaron que no había agua desde la semana pasada, empezó a averiguar por qué, entre sus vecinos. Le dijeron que en la vía principal estaba saliendo agua a chorros... Don Manuel que trabaja como albañil en la ciudad de Cuenca, sabe de gasfitería y de estos arreglos, así que tomó sus herramientas y se fue con dos vecinos a la vía, para ver qué pasaba.

Al llegar a la carretera vieron que salía bastante agua en la cuneta... Cavaron y encontraron el tubo matriz roto. Posiblemente lo rompió una de las volquetas que saca a diario material para la cerámica de Cuenca.

Don Manuel, sierra en mano, cortó la parte dañada, tomó un pedazo de tubo nuevo, cortó un pedazo un poco más grande del que sacó y, calentando el tubo formó dos campanas bien pegadas. Cuando terminó, sonrió con satisfacción: ¡el tramo dañado estaba reparado!



Pero... al regresar a la casa, se encontró con que no había agua...

Manuel, impaciente, subió al tanque de reserva y vio que estaba ¡totalmente vacío y sucio! Alrededor del tanque, todo era monte y basura...

En la caseta de cloración, el agua caía en poca cantidad, desde la captación, por lo que calculó que a la casa, recién llegaría en la noche... si llegaba.

Con bastante malhumor, Manuel se sentó bajo el viejo nogal el patio y se puso a pensar...

## ACTIVIDAD N° 5

Ayudemos a Don Manuel.

*¿Qué aconsejaría a Don Manuel y a esta Comunidad, respecto del SAP?*

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

## PARATENER EN CUENTA

Un daño puede presentarse en cualquier momento, ya sea por falla del material o por otros imprevistos.  
La falta de mantenimiento preventivo provoca daños.

Es necesario reparar a tiempo los daños, y mejor aún, evitarlos.

---

**En pocas palabras...**  
**Unidad 4**

Las partes de un sistema de agua, algunas de ellas mecánicas, con movimiento, se gastan. El SAP está diseñado y construido de modo tal que su vida útil es de aproximadamente 20 años. Pero, cuando alguna de sus partes se desgasta, necesita ser reparada o reemplazada por otra.

Realizar mantenimientos preventivos evita que el sistema se pare en cualquier momento, causando inconvenientes serios a la población que se queda sin el servicio de agua. Un daño en el sistema puede presentarse inesperadamente, por falla del material o por otros imprevistos. Por eso es necesario contar con un operador capacitado que pueda reparar las averías y disponga de los materiales, repuestos y herramientas que le permitan actuar con rapidez para solucionar el problema.

105

Claro como el agua

Averías: Daños, rotura.

Preventivo: Que previene, evita que ocurra algo.

---

