

**"Documento original en mal estado"**

## INTRODUCCION

ESTA PUBLICACION ESTA DIRIGIDA A LOS TECNICOS E INSTITUCIONES INTERESADAS EN LA REALIZACION O DIFUSION DE OBRAS TENDIENTES A MEJORAR LAS CONDICIONES DE VIDA DEL MEDIO RURAL. O POR CUYO CONDUCTO SE PUEDE LLEGAR A ESTE. LOS CONOCIMIENTOS INDISPENSABLES CON QUE ESTRUCTURAR UNA VIDA MEJOR Y MAS SANA.

LA FINALIDAD DE LOS TRES CAPITULOS INCLUIDOS EN ESTE INSTRUCTIVO RELATIVO A AGUA, VIVIENDA Y DESECHOS, ES PROPORCIONAR EN FORMA SENCILLA, LOS CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCION E INSTALACION A EFECTO DE MODIFICAR EN FORMA DECISIVA, EL MEDIO AMBIENTE HOSTIL A LOS PROPOSITOS SANITARIOS.

# **A G U A**

EL PRINCIPAL OBJETIVO DE ESTE PRIMER CAPITULO ES PRESENTAR SUGESTIONES PRACTICAS, RESULTADO DE LA EXPERIENCIA DE NUMEROSOS PROFESIONALES DE LA SALUD PUBLICA, PARA EL PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES ADECUADAS A DIFERENTES PROBLEMAS, EN RELACION CON EL SUMINISTRO DE AGUA PARA USOS DIVERSOS Y FUNDAMENTALMENTE, PARA USO Y CONSUMO HUMANO.

LA SALUBRIDAD DE UNA POBLACION SE CONSIDERA PREFERENTEMENTE, A PARTIR DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA QUE SE UTILIZA. ESTE CONCEPTO ES APLICABLE TANTO A LAS GRANDES CONCENTRACIONES URBANAS, COMO A LAS PEQUEÑAS COMUNIDADES RURALES.

LOS BENEFICIOS EN GENERAL QUE SE DERIVAN DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, QUE SATISFAGA LAS NECESIDADES DE UNA POBLACION, OBLIGAN A PRESTAR ESPECIAL ATENCION AL ESTUDIO DE LA FUENTE, LA CUAL DEBERA SER ADECUADA PARA SU OPTIMA UTILIZACION O DISPONER EL CRITERIO PARA DETERMINAR LA SERIE DE PROCESOS QUE MEJOREN SU CALIDAD HASTA HACERLA APTA PARA SU CONSUMO

ESTOS CRITERIOS DEBERAN SER PROPORCIONADOS POR LOS ORGANISMOS TECNICOS ENCARGADOS DE ESTOS ASUNTOS, APOYADOS EN LAS NORMAS DE INGENIERIA SANITARIA, QUE RIGEN Y LEGISLAN ESTAS ACCIONES, YA QUE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA ESTAN SUJETAS A RIESGOS SANITARIOS QUE PUEDEN PRESENTARSE EN CUALQUIER MOMENTO, HACIENDO NECESARIA LA PLANEACION DE PROCEDIMIENTOS ADECUADOS DE PREVENCION Y CONTROL. ASI EN EL PRESENTE CAPITULO, SE DESCRIBEN UNA SERIE DE SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS, PARA UTILIZAR EL AGUA EN FORMA ADECUADA Y SIN PELIGRO DE AFECTACIONES A LA SALUD.

## SUMARIO

- glosario de terminos
- ⓐ generalidades
- ⓑ normas de calidad
- ⓒ abastecimiento
- ⓓ conducción
- ⓔ regularización y almacenamiento
- ⓕ distribución
- ⓖ potabilización
- ⓓ obras complementarias

P

potabilización

- P1 cuadro esquemático de procesos de potabilización
- P2 procesos de potabilización
- desinfección | cloración
- P3 clorador portátil
- P4 gráfica para dosificar con hipoclorito al 70%
- P5 desinfección | preparación de soluciones al 1% de cloro activo
- P6 desinfección | dosificación de I.PPM para diferentes volúmenes
- P7 hipoclorador de carga constante
- desinfección | tratamientos físicos y químicos
- P8 tratamiento doméstico | desinfección con hipoclorito
- P9 tratamiento doméstico con hipoclorito
- P10 tratamiento doméstico | desinfección con yodo—con permanganato
- P11 tratamiento doméstico | filtración y ebullición
- P12 planta rural de tratamiento
- P13 tanque de coagulación, sedimentación

PI4 planta potabilizadora portátil

0 obras complementarias

01 unidad baños y lavaderos

02 abastecimiento doméstico

03 justificación de un sistema de distribución

04 conclusiones

# Índice

- glosario de términos
- ⓐ generalidades
- G1 el agua elemento vital
- G2 contaminaciones
- G3 ciclo del agua
- G3 ① consecuencias de la deforestación
- G4 tabla de cantidades necesarias de agua
- ⓑ normas de calidad
- N1 normas de calidad que debe satisfacer el agua potable para consumo humano
- N2 toma de muestras
- Ⓐ abastecimiento

- A1    ① fuentes de abastecimiento | atmosféricas
- A1    ② fuentes de abastecimiento | superficiales
- A1    ③ fuentes de abastecimiento subterráneas  
      | clasificación
- A1    ④ fuentes de abastecimiento | subterráneas
- A2    contaminación de fuentes
- A3    aforos | en corrientes pequeñas y  
      manantiales
- A4    aforos | en norias o pozos excavados
- A5    aforos | en función de velocidad y  
      de área
- A6    aforos | utilizando vertedor de madera
- A7    obras de captación diferentes  
      localizaciones
- A7    ① cisterna o aljibe
- A7    ② en corrientes superficiales
- A7    ③ galería filtrante
- A7    ④ manantial
- A7    ⑤ noria o pozo excavado expuesto a  
      contaminaciones

- A7 (f) noria o pozo excavado protegido
- A8 mejoramiento de norias o pozos excavados | con ademe de piedra
- A8 (a) mejoramiento de norias o pozos excavados | con ademe de tabique
- A8 (b) mejoramiento de norias o pozos excavados | noria seca en estiaje
- A9 obras de captación | pozo perforado
- A10 obras de captación | pozo clavado
- A11 obras de captación | evaporador solar
- A12 bombas | generalidades
- A13 bomba aspirante impelente de simple efecto y de cilindro cerrado
- A14 ariete hidráulico
- A15 comparación entre varias clases de bombas
- A16 datos para selección de equipo de bombeo
- (C) conducción
- C1 perfil de tubería de conducción
- (R) regularización y almacenamiento

R1	regularización y almacenamiento   generalidades y clasificación
R2	regularización y almacenamiento   tanque superficial tipo 20-40 y 60 m <sup>3</sup>
R3	regularización y almacenamiento tanque elevado tipo 5-8 y 10 m <sup>3</sup>
R4	tanque elevado tipo 5 y 10 m <sup>3</sup>
<b>D</b>	distribución
●	sistema de distribución   generalidades
D1	esquema de una red de distribución
D2	piezas especiales y juntas
D3	piezas especiales   válvulas
D4	piezas especiales y cruceros   símbolos
D5	interpretación de símbolos
D6	criterio para distribución de agua
D7	hidrante público
D8	hidrante público   constructivo
D9	toma domiciliaria

GLOSARIO DE TERMINOS

<b>Ablandamiento</b>	Proceso para reducir la dureza de las aguas.	<b>Coloides</b>	Partículas menores de 2 micras de diámetro (micra es la milésima parte de un milímetro). Sólidos finamente divididos que no pueden asentarse o eliminarse sino por coagulación o acción bioquímica.
<b>Absorción</b>	La incorporación de una sustancia en otra.	<b>Contaminación</b>	Introducción dentro del agua de organismos potencialmente patógenos o sustancias tóxicas, que la hacen inadecuada para bebida.
<b>Acuífero</b>	Formación geológica subterránea que contiene agua.	<b>Corrosión</b>	Es el deterioro o destrucción gradual por oxidación, de una sustancia o material.
<b>Adsorción</b>	La adherencia de sólidos disueltos coloidales o finamente divididos, a la superficie de cuerpos sólidos con los que entran en contacto	<b>Decloración</b>	La reducción total o parcial de cloro residual, en un líquido.
<b>Agua destilada</b>	Formada por la condensación del vapor de agua.	<b>Demanda de cloro</b>	La diferencia entre la cantidad de cloro que se dosifica, y la cantidad de cloro residual que permanece al finalizar el periodo especificado de contacto.
<b>Agua natural</b>	Como se presenta en la naturaleza.	<b>Demasias</b>	Agua excedente en un almacenamiento de capacidad determinada.
<b>Agua potable</b>	Agua adecuada para beber, cuya ingestión no ocasiona efectos nocivos a la salud.	<b>Dureza</b>	Es el término usado para expresar el contenido en el agua de compuestos de calcio y magnesio, causantes de consumos elevados de jabón e incrustaciones en las tuberías.
<b>Agua pura</b>	Compuesto químico formado por el conjunto de moléculas compuestas de 2 átomos de Hidrógeno y 1 de Oxígeno.	<b>Eficiencia</b>	En bombas, es la relación de la energía convertida en trabajo útil para mover el agua, a la energía aplicada a la flecha de la bomba.
<b>Algas</b>	Plantas primitivas de estructura simple generalmente acuáticas y capaces de proporcionarse alimento por la acción de la luz solar.	<b>Flóculos</b>	Pequeñas masas o grumos gelatinosos formados en un líquido, por la adición de coagulantes.
<b>Bacterias</b>	Organismos unicelulares microscópicos. No necesitan de luz para sus procesos de vida.	<b>Galería filtrante</b>	Tipo de pozo generalmente de desarrollo horizontal, colocado en un acuífero, o bajo el lecho de una corriente o largo.
<b>Bactericida</b>	Cualquier agente o sustancia que destruye bacterias.	<b>Gasto o flujo</b>	En hidráulica, término que significa un volumen de agua por unidad de tiempo. Por ejemplo Lts./min., M <sup>3</sup> /seg., etc.
<b>Ciclo hidrológico</b>	Proceso físico natural que comprende las siguientes fases: Evaporación, condensación, precipitación, escurrimiento e infiltración.	<b>Hipoclorito de calcio</b>	Producto obtenido por la reacción cloro con hidróxido de cal (cal apagada). Tiene la fórmula $Ca(OCl)2$ .
<b>Cisterna o albije</b>	Depósito artificial cubierto, destinado a recolectar agua de lluvia.	<b>Hipoclorito de sodio</b>	Producto obtenido por la reacción del cloro con hidróxido de sodio (sosa cáustica) Tiene la fórmula $NaOCl$ .
<b>Cloro disponible</b>	Término usado en la dosificación de cloro o sus compuestos, con relación a su capacidad oxidante total.		
<b>Cloro residual</b>	La cantidad total de cloro (combinado o libre que permanece después de su aplicación, al finalizar el periodo especificado de contacto (generalmente 20 minutos).		
<b>Coagulación química</b>	Proceso de formación de partículas floculantes (flóculos) resultado de la adición de productos químicos, que absorben la materia coloidal o finamente dividida en el agua.		

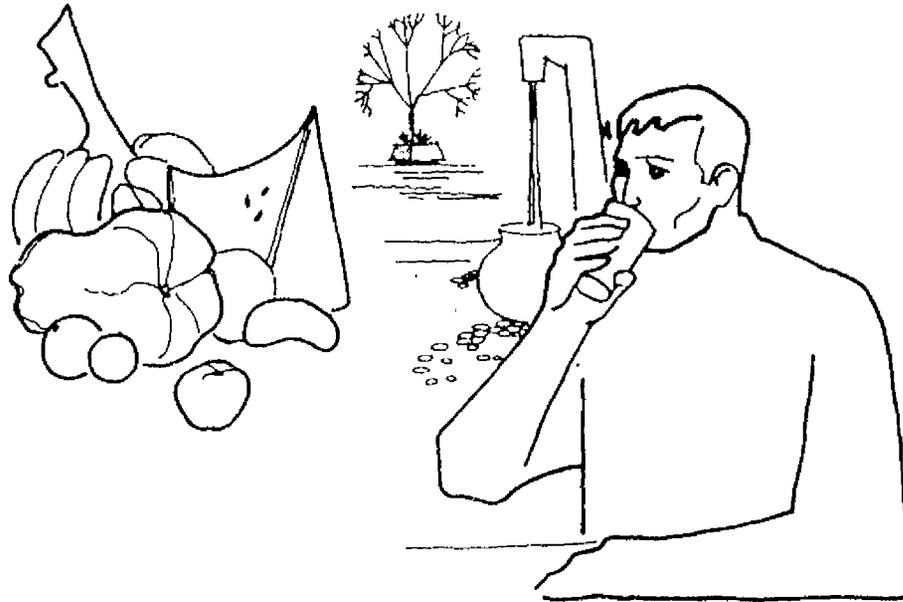
Hongos	Plantas que no tienen clorofila carentes de raíz y hojas, que se desarrollan mejor en ausencia de luz.	Potabilización	Serie de procesos para hacer el agua apta para bebida.
Inciustaciones	Depósitos causados por sales, principalmente carbonatos de calcio y magnesio	Pozo perforado o pozo profundo	Perforación hecha generalmente con maquinaria especial, a diámetro reducido para captar las aguas subterráneas.
Jagüey	Deposito descubierto natural o artificial que almacena agua de lluvia, y de dimensiones mucho más reducidas que un lago.	Pre y post cloración	Términos que se refieren únicamente al punto de aplicación del cloro, dentro de algún proceso o procesos de tratamiento.
Noria o pozo excavado	Hoyo hecho a cielo abierto, sin el empleo de maquinaria especial, y que capta aguas poco profundas	Presión	Es la carga o fuerza total que actúa sobre una superficie. En hidráulica expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie. Por ejemplo: Kg./cm <sup>2</sup> , Lb./pg <sup>2</sup> , etc.
Parásitos	Organismos que se nutren a expensas de otros seres vivos.	Presión negativa	Una presión menor a la atmosférica.
Partes por millón p.p.m.	Miligramos de alguna sustancia con relación a un litro de agua. Término que tiende a desaparecer en su uso, substituido por "Miligramos por litro" (mg./lt.).	Sistema de abastecimiento de agua potable	Se entiende por sistema de abastecimiento de agua potable, al conjunto de obras de caracteres diferentes, que tienen como objeto proporcionar agua a un núcleo de población determinado.
Patógenos	Elementos y medios que originan y desarrollan las enfermedades.	Succionador o aspirador	En hidráulica, dispositivo en el cual la carga de velocidad del agua se aumenta, creando vacío parcial.
PH	Es la expresión que indica el grado de "acidez" o "alcalinidad" El valor 7.0 es "neutro" Valores superiores son "alcalinos" e inferiores "ácidos"	Vertedor	Abertura de forma regular, a través de la cual fluye el agua.
Piezométrico	Relativo a cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de tuberías.	Zeolitas	Compuesto químico, natural o artificial, que fácilmente cambia su composición de acuerdo con la concentración de sustancias químicas en solución con las que está en contacto.  Se usan en procesos de ablandamiento de agua.
Polución	En el agua, cuando se mezclan en ella aguas servidas, líquidos, suspensiones u otras sustancias en cantidad tal, que alteran su calidad volviéndola ofensiva a la vista, gusto u olfato		

G

GENERALIDADES

## el agua elemento vital

# GI

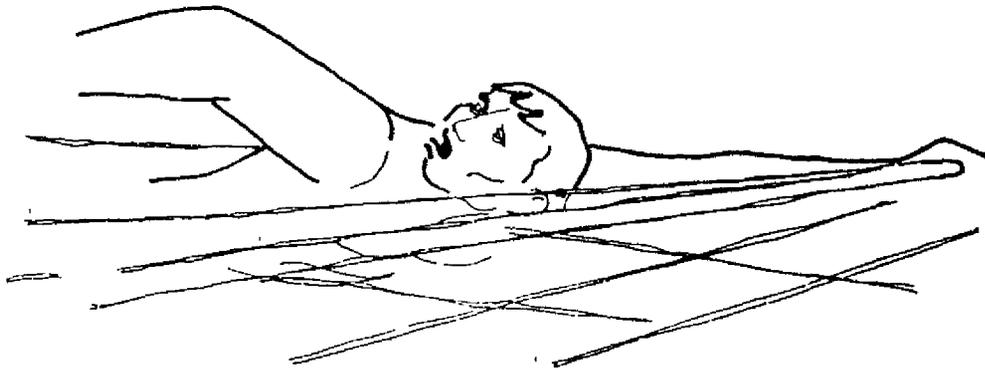


### EL AGUA, ELEMENTO VITAL

El agua es un elemento indispensable para la vida. Cubre casi cuatro quintas partes de la superficie terrestre y en el hombre, representa aproximadamente el 70% del peso total de su cuerpo.

El hombre la utiliza como elemento para su nutrición, sea como bebida o como integrante de alimentos; la requiere para el lavado de trastos y ropas; la exige para el baño y dispone de ella para alejar sus desechos, proporcionar comodidad y resolver numerosos problemas de su vida cotidiana produciendo electricidad y vapor.

Pero la salud humana, depende no sólo de la cantidad, sino también de la calidad del agua que utiliza. Según la Organización Mundial de la Salud "casi la cuarta parte de las camas disponibles en todos los hospitales del mundo, están ocupadas por enfermos cuyas dolencias deben a la insalubridad del agua". Esto quiere decir que cuando el agua, por el contacto con la tierra o con el hombre ha modificado su composición, puede convertirse en un peligro y ocasionar grandes daños.



## CONTAMINACIONES

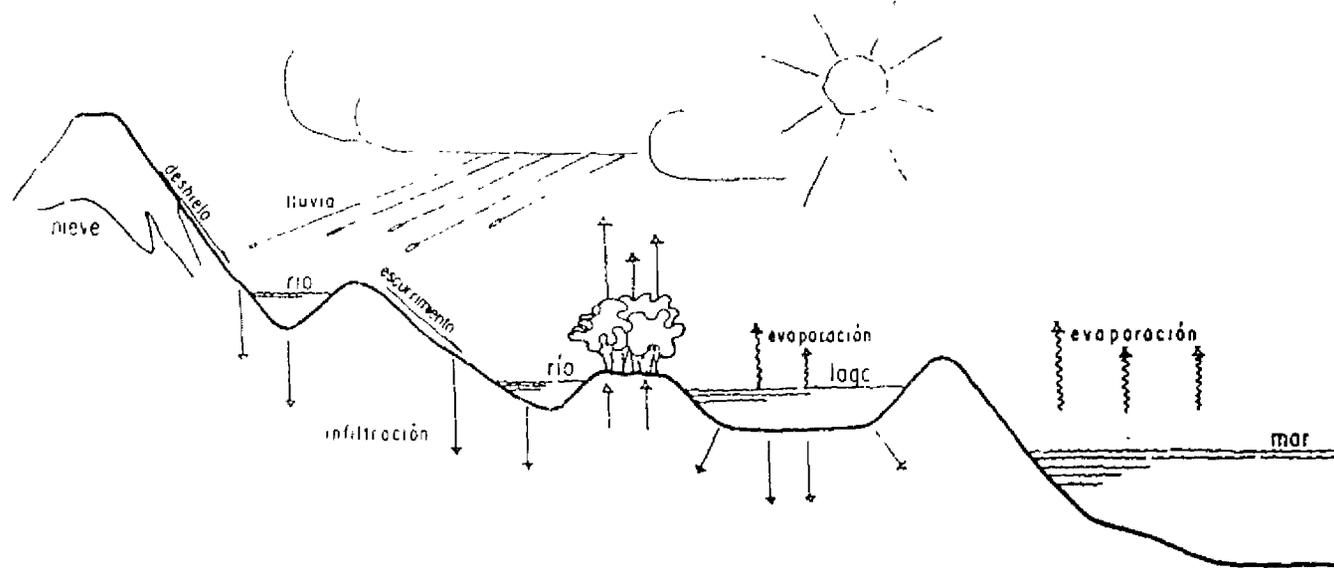
El agua de lluvia en su caída hacia la tierra arrastra partículas de polvo y gases. Al caer, escurre en la superficie arrastrando materias orgánicas en descomposición, desechos de diversas naturalezas (humanos, animales, industriales, etc.), sales diversas y numerosas bacterias. Después formará arroyos que irán a los ríos, lagos y lagunas.

Puede infiltrarse en la tierra, arrastrando numerosos organismos, muchos de ellos nocivos. Si penetra a grandes profundidades, su paso a través de la tierra la filtra purificándola, de modo que al incorporarse a las corrientes profundas, carece de materia orgánica y queda libre de bacterias, pero en cambio, puede recoger, si el terreno es rico en minerales substancias que la hagan inadecuada para las necesidades humanas.

El aspecto del agua no basta para conocer si es apropiada para el uso humano, especialmente en beberla, pues puede contener sales nocivas que actúen como venenos, aunque sea lentamente, o bacterias y parásitos que produzcan enfermedades y que no son apreciables a simple vista. ¡Cuántas sorpresas ofrecen los exámenes químicos y bacteriológicos en aguas de aspecto limpio, sin olor alguno y aún de sabor agradable!



gota de agua contaminada, vista al microscopio, que a simple vista parecía buena



Las aguas naturales disponibles en el medio ambiente son: aguas meteoricas superficiales y subterráneas

**Aguas naturales.**—Son aquellas que se localizan en la Tierra y que el hombre dispone para su vida, y necesariamente para sus actividades. Se encuentran en estado líquido como en ríos, lagos, lagunas y mares; en estado sólido como en los volcanes y en estado gaseoso en la atmósfera, en forma de vapor de agua

**Aguas meteoricas**—Son aquellas procedentes directamente de la atmósfera, en forma de lluvia. Estas aguas se captan antes que lleguen a la superficie terrestre, por medio de áreas expuestas a la precipitación pluvial, para luego almacenarlas en cisternas. Por lo tanto para su captación es necesario tener áreas muy grandes y solo es suficiente para pequeñas poblaciones en donde no hay otro recurso

**Aguas superficiales**—Son aquellas que se encuentran en el seno de los ríos, lagos, lagunas, o las de una cuenca de embalse, presas, etc. Las aguas de los ríos en su recorrido, se van transformando de diversas maneras, ya que debido a su gran poder disolvente, recogen materias de los diferentes suelos por los cuales pasan, que hace efectiva la modificación, además de recibir en su seno materias variadas, como desechos de pobla-

ciones e industrias; generalmente estas aguas se encuentran contaminadas.

**Aguas subterráneas.**—Son las aguas que se filtran en el terreno pudiendo aflorar en forma de manantiales. Se pueden captar por medio de galerías filtrantes, pozos poco profundos y pozos profundos. También esta agua sufre modificaciones, ya que al atravesar las capas terrestres absorbe ácido carbónico, se mineraliza, pierde oxígeno, etc.

Las aguas naturales, están sujetas a una circulación permanente, así como a cambios continuos en su estado físico. Del agua que se precipita sobre el suelo, una parte se evapora de los sitios en donde cae, otra escurre sobre el terreno pasando a incrementar las corrientes superficiales y otra se infiltra constituyendo las aguas subterráneas.

Las aguas superficiales, posteriormente pueden evaporarse o infiltrarse. Del agua infiltrada, una parte queda cerca de la superficie y se evapora directamente, otra es aprovechada por las raíces de las plantas regresando a la atmósfera por el proceso de transpiración y la parte restante incrementa el caudal de las aguas subterráneas.

El ciclo del agua se completa con la evaporación de las aguas de los océanos, con la circulación del vapor de agua en la atmósfera hasta formar nubes y con la condensación del vapor de éstas en forma de precipitaciones.

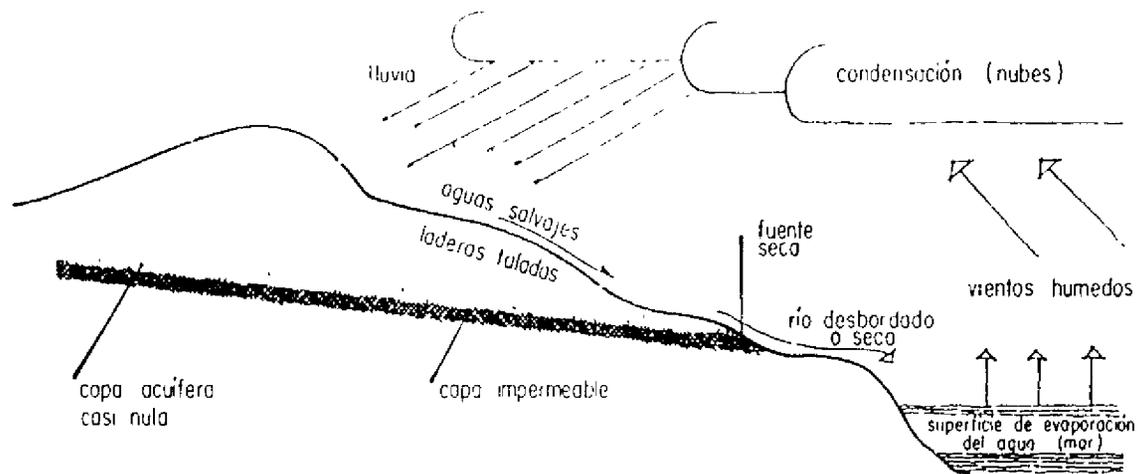
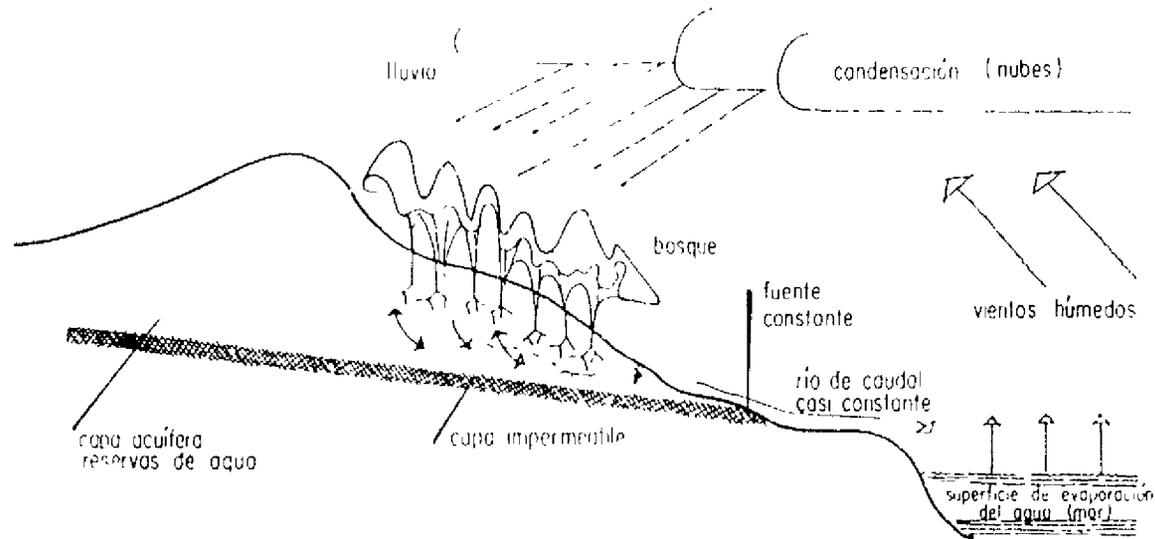
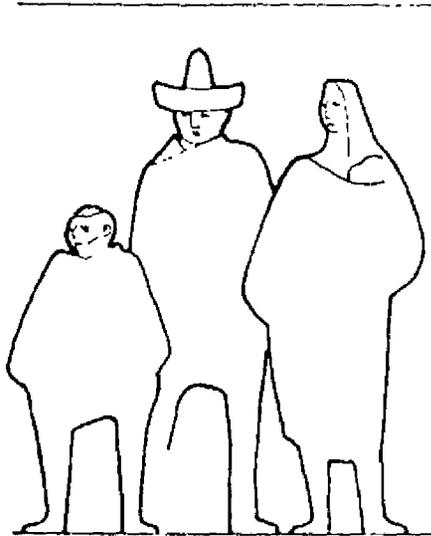
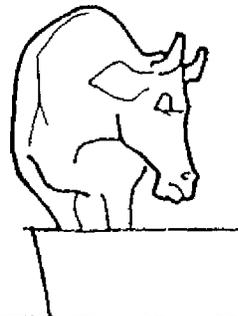


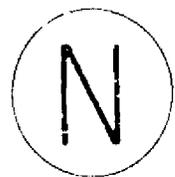
tabla de cantidades necesarias  
de agua

G4

CONSUMIDOR	ZONA	MEDIOS DE DISTRIBUCION	CONSUMO DIAF LITROS/ PERSONA
	 RURAL	 bomba de mano	25
		 hidrante público	25
	 URBANA	 toma domiciliaria	100
		 toma domiciliaria	150 - 250

CONSUMIDOR	CONSUMO DIARIO LITROS /ANIMAL
caballo, burro, mula, buey	35
vaca lechera (solo bebida)	45
vaca lechera bebida y aseo del establo	100
cerdo (bebida y aseo de la porqueriza)	15
oveja, chivo	8
por 100 gallinas	15
por 100 guajolotes	25





---

NORMAS DE CALIDAD

**FISICOS:**

Turbiedad máxima	10 (escala de sílice)
Olor	Inodora
Sabor	Agradable
Color máximo	20 (escala platino cobalto)
Temperatura	10° a 15°C
PH	De 6.0 a 8.0

Según el Reglamento Federal de la Dirección de Ingeniería Sanitaria sobre obras de provisión de agua potable. Publicado en el Diario Oficial, del 2 de julio de 1953.

QUIMICOS.	Miligramos por litro o P.P.M.
Nitrógeno (N) amoniacal, hasta	0.50
Nitrógeno (N) protéico, hasta	0.10
Nitrógeno (N) de nitritos (con análisis bacteriológico aceptable), hasta	5.00
Oxígeno (O) consumido en medio ácido, hasta	3.00
Oxígeno (O) consumido en medio alcalino, hasta	3.00
Sólidos totales, de preferencia hasta 500, pero tolerándose, hasta	1000 P.P.M.
Alcalinidad total, expresada en CaCO <sub>3</sub> , hasta	400 P.P.M.
Dureza total, expresada en CaCO <sub>3</sub> , hasta	300 P.P.M.
Dureza permanente o de no-carbonatos, expresada en CaCO <sub>3</sub> , en aguas naturales, hasta	150 P.P.M.
Cloruros expresados en Cl, hasta	250 P.P.M.
Sulfatos, expresados en SO <sub>4</sub> , hasta	250 P.P.M.
Magnesio, expresado en Mg, hasta	125 P.P.M.
Zinc, expresado en Zn, hasta	15.00
Cobre, expresado en Cu, hasta	3.00
Fluoruros, expresados en F, hasta	1.50
Hierro y manganeso, expresados en Fe y Mn, hasta	0.30
Plomo, expresado en Pb, hasta	0.10
Arsénico, expresado en As, hasta	0.05
Selenio, expresado en Se, hasta	0.05
Cromo hexavalente, expresado en Cr., hasta	0.05
Compuestos fenólicos, expresados en fenol, hasta	0.001
Cloro libre, en aguas cloradas, no menos de	0.20

El agua pura es un producto artificial. Las aguas naturales siempre, contienen materias extrañas en solución y suspensión en proporciones muy variables. Estas substancias pueden modificar considerablemente las propiedades, efectos y usos del agua.

El exceso de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio produce incrustaciones en tuberías. Causa dureza en el agua que, entre otros inconvenientes, obliga a consumos elevados de jabón.

El exceso de sales (cloruros y sulfatos) produce sabor desagradable y limita su uso. Sin embargo, hay poblaciones que consumen agua con 2000 mgs./litro, que actuarían como laxante en personas no acostumbradas a ingerir tales cantidades.

El hierro colorea el agua, le da un sabor desagradable y se incrusta en las tuberías.

Los nitratos, arriba de 50 mgs./litro, pueden producir alteraciones de la sangre en niños de corta edad.

Los fluoruros arriba de 1.5 mgs./litro, suelen provocar la aparición de manchas oscuras, y su ausencia predispone a la picadura de los dientes.

La turbiedad es objetable por su apariencia y también por que las substancias que la producen crean problemas en el lavado de ropa, en la fabricación de hielo y de refrescos o en otros usos.

Substancias, como el Plomo, el Arsénico, el Cromo, pueden ser tóxicas.

Las aguas que contienen bacterias patógenas producen enfermedades.

La Dirección de Ingeniería Sanitaria, en su Reglamento Federal sobre Obras de Provisión de Agua Potable, dice: "Se considera agua potable toda aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud".

Por estas razones la Secretaría de Salubridad y Asistencia ha fijado las cantidades máximas aceptables de las substancias que puede contener el agua para ser considerada potable. Los límites "tolerables" aparecen en la lámina.

debe satisfacer el agua potable  
para consumo humano

NI

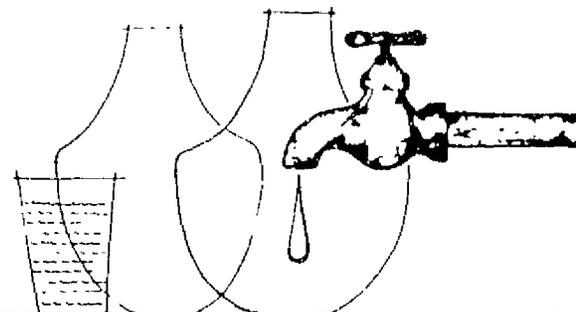
El agua potable estará libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal humana.

Se considerará que una agua está libre de esos gérmenes patógenos cuando la investigación bacteriológica dé como resultado final.

a).—Menos de (20) organismos de los grupos coli y coliforme por litro de muestra, definiéndose como organismos de los grupos coli y coliforme todos los bacilos aerobios o anaerobios facultativos no esporógenos, Gram negativos, que fermenten el caldo lactosado con formación de gas.

b).—Menos de (200) colonias bacterianas por c.c. de muestra, en la placa de agar incubada a 37°C por 24 horas.

c).—Ausencia de colonias bacterianas licuantes de la gelatina, cromógenas o fétidas, en la siembra de un c.c. de muestra en gelatina incubada a 20°C por 48 horas.



NUMERO DE MUESTRAS TOMADAS EN  
POBLACIONES, PARA CONTROL BACTE-  
RIOLOGICO DE SU ABASTECIMIENTO DE  
AGUA

POBLACION SERVIDA	NUMERO MINIMO DE PRUEBAS BACTERIOLÓGICAS MENSUALES
2,500 o menos	1
10,000	7
25,000	25
100,000	100
1,000,000	300
2,000,000	390
3,000,000	450

Los métodos que se usen para las investigaciones físicas, químicas y bacteriológicas anteriores, serán los que fije la Secretaría de Salubridad y Asistencia o los que sugiera la Organización Mundial de la Salud.

\* Referencia Reglamento Federal de la Dirección de Ingeniería Sanitaria sobre Obras de Provisión de Agua Potable.

Los recipientes y las muestras de agua tienen que tomarse en condiciones muy variadas y su recolección requiere cuidados especiales, según el análisis que se necesite.

#### *Muestras para análisis bacteriológico.*

Deben tomarse por personas con experiencia. Usualmente se usan frascos de vidrio de 100 ml de boca ancha y tapon esmerilado. A los frascos perfectamente limpios y tapados, se les cubre el tapon y cuello con papel manila o papel de aluminio. Preparados en esta forma, se esterilizan. Si se sabe o sospecha que el agua contiene cloro se ponen unos cristales de tiosulfato de sodio en los frascos antes de esterilizarlos. Este producto de tioro impide la protección del cloro.

Después de tomar la muestra, los frascos se colocan en cajas con hielo y se transportan al laboratorio lo más rápido posible para evitar resultados erróneos.

#### *Muestras para análisis químico.*

Se necesitan cuando menos 3 litros de agua. Puede usarse cualquier envase de vidrio, asegurándose que esté escrupulosamente limpio. El tapon de hule o corcho se cubre con papel celofán, antes de colocarlo, para evitar que entre en contacto directo con el agua.

Antes de tomar la muestra, el envase se enjuaga varias veces con el agua que se va a analizar.

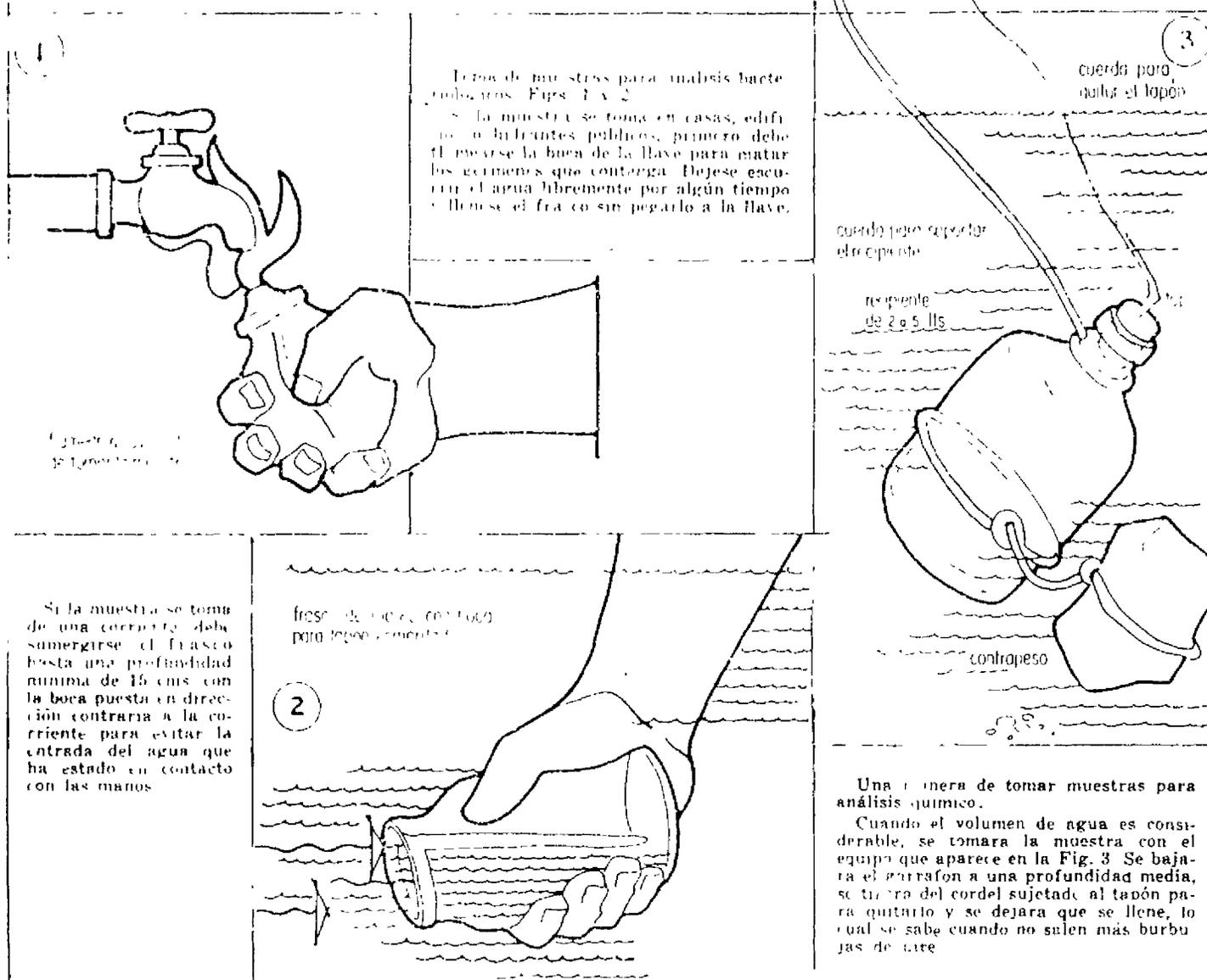
En muchas ocasiones, no basta una sola muestra. A veces se hace necesario tomar varias del mismo abastecimiento en distintos lugares e inclusive, a diferentes horas del día.

Al frasco con la muestra se le pone una etiqueta anotando los siguientes datos para identificación: fecha, localidad, entidad federativa, sitio donde se toma la muestra, naturaleza de la fuente (arroyo, alga, hidrante, etc.), temperatura del agua y del ambiente. Anótese además, otros datos que se consideren necesarios.

Ahora haga llegar la muestra al laboratorio a la mayor brevedad posible.

# tomada de muestras

# N2



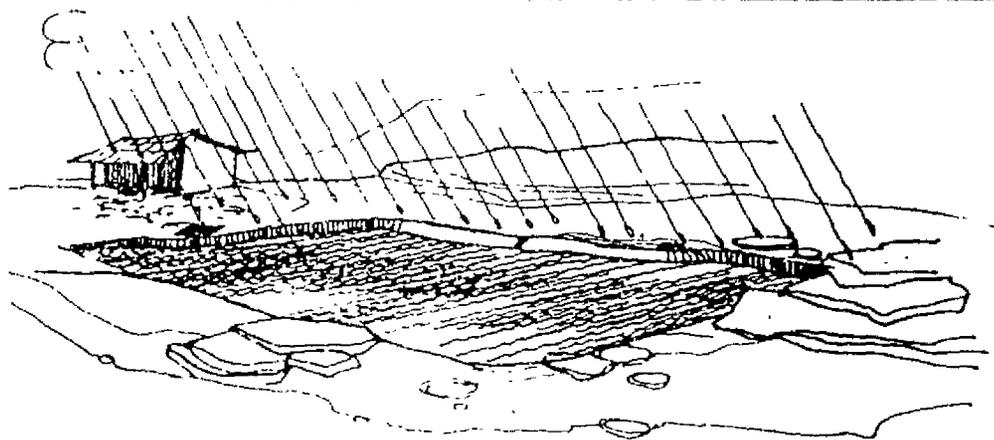
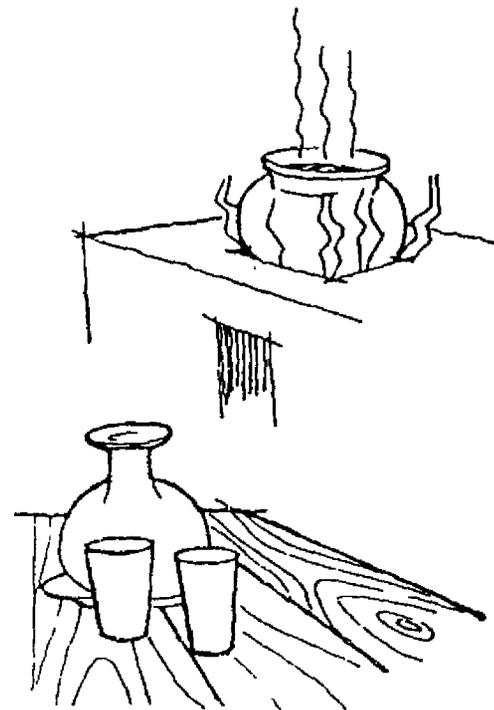
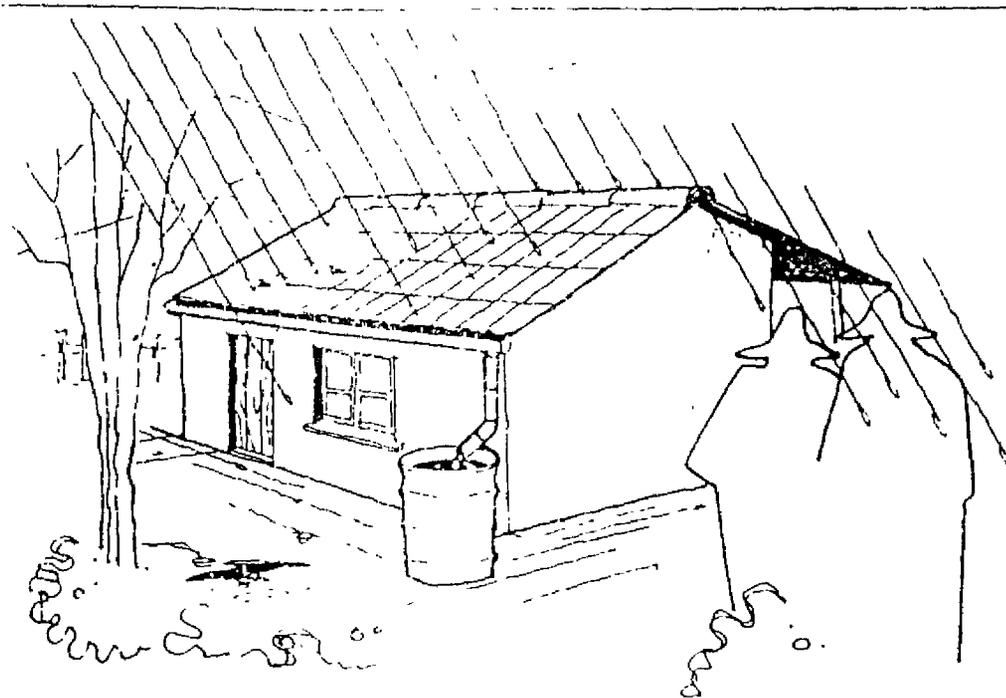
A

ABASTECIMIENTO

fuentes de abastecimiento | atmosféricas

Al

a



Las aguas de lluvia están menos expuestas a contaminación con bacterias y parásitos.

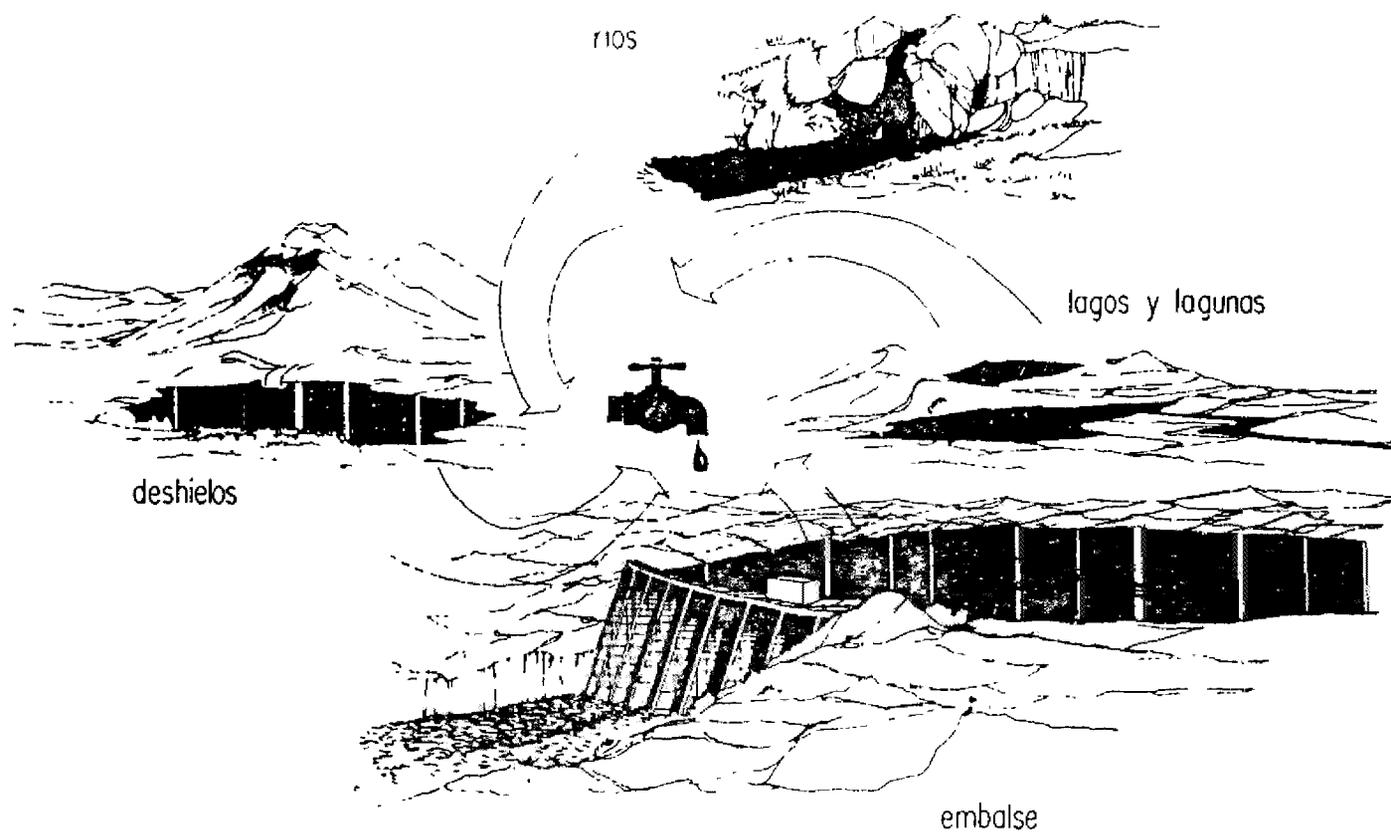
No constituyen fuentes de aprovechamiento constante, por lo cual deben colectarse en época de lluvias y almacenarse durante la sequía. (Deberán desecharse las primeras aguas).

Se aprovechan en regiones donde la calidad del agua, es poco adecuada para el uso doméstico, o bien, no existe otra fuente de abastecimiento.

fuentes de abastecimiento  
superficiales

Al

b



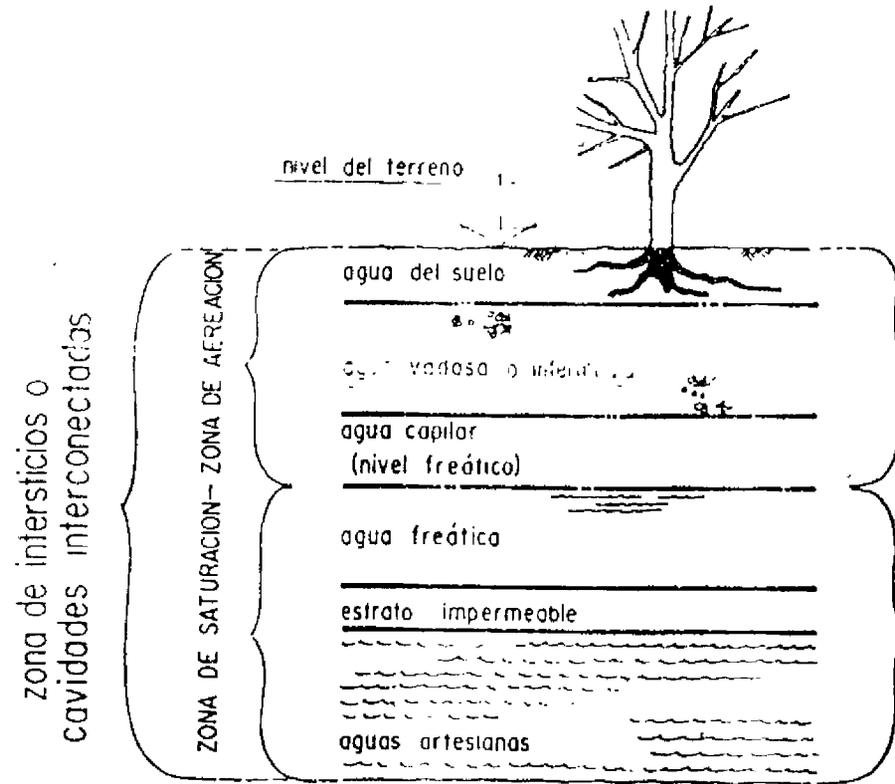
# fuentes de abastecimiento subterráneas | clasificación

AI

Las aguas subterráneas se localizan en una zona con cavidades conectadas entre sí. Son constituidas por el agua precipitada sobre la tierra como lluvia, granizo o nieve que se filtra a través de la tierra

Esta zona comprende: zona de saturación y zona de aereación, que quedan separadas por el nivel freático. En la zona de saturación, las cavidades están llenas de agua bajo presión hidrostática y reciben el nombre de *aguas subterráneas*, las que a su vez se dividen en freáticas y artesianas. En la zona de aereación, las cavidades están llenas principalmente de gases atmosféricos y agua, pero no bajo presión hidrostática sino sostenida por atracción molecular, razón por lo cual se llama *agua suspendida*. Comprende, de la superficie a la profundidad: el agua del suelo aprovechada por las plantas; el agua vadosa o intermedia que es casi estacionaria o que se mueve hacia la zona de saturación por gravedad; y el agua capilar, por arriba del nivel freático, como una continuación de la zona de saturación. La profundidad del nivel freático depende de la topografía y estructura del subsuelo. El nivel (freático) permanece (o se encuentra) sensiblemente paralelo a la superficie del suelo y su profundidad varía desde unos centímetros hasta cientos de metros.

Las aguas de la zona de saturación constituyen las fuentes subterráneas de abastecimiento.

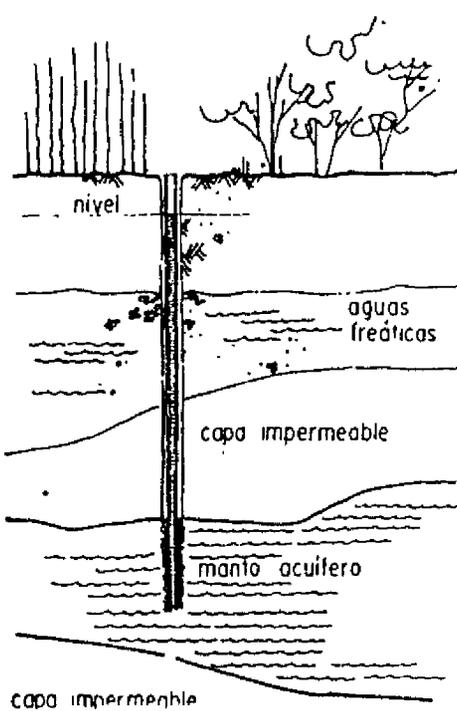
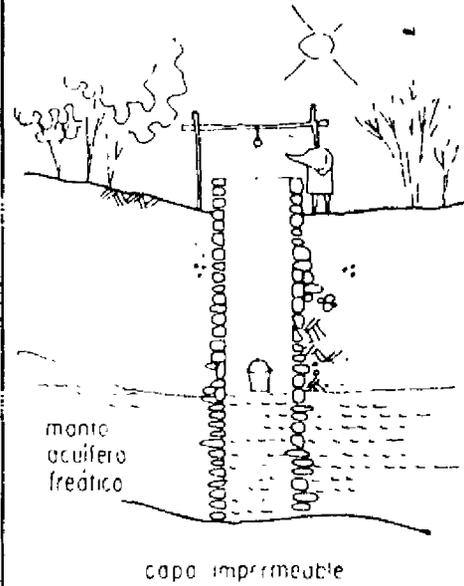
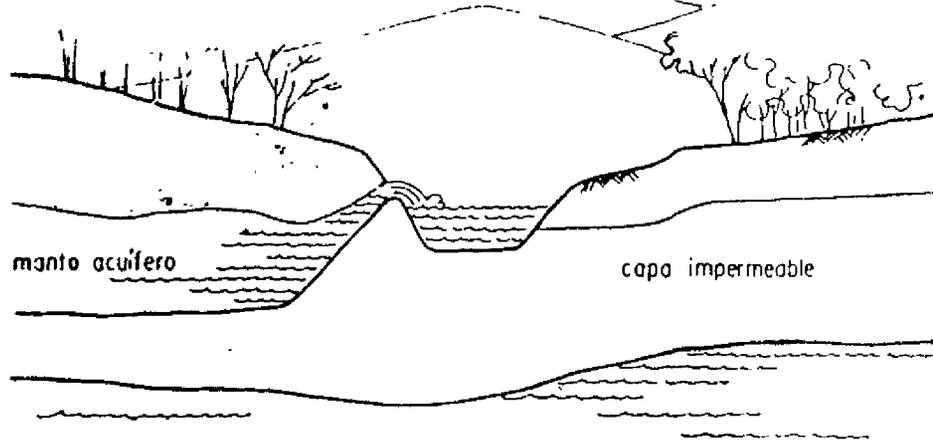


# fuentes de abastecimiento | subterráneas

AI

| d |

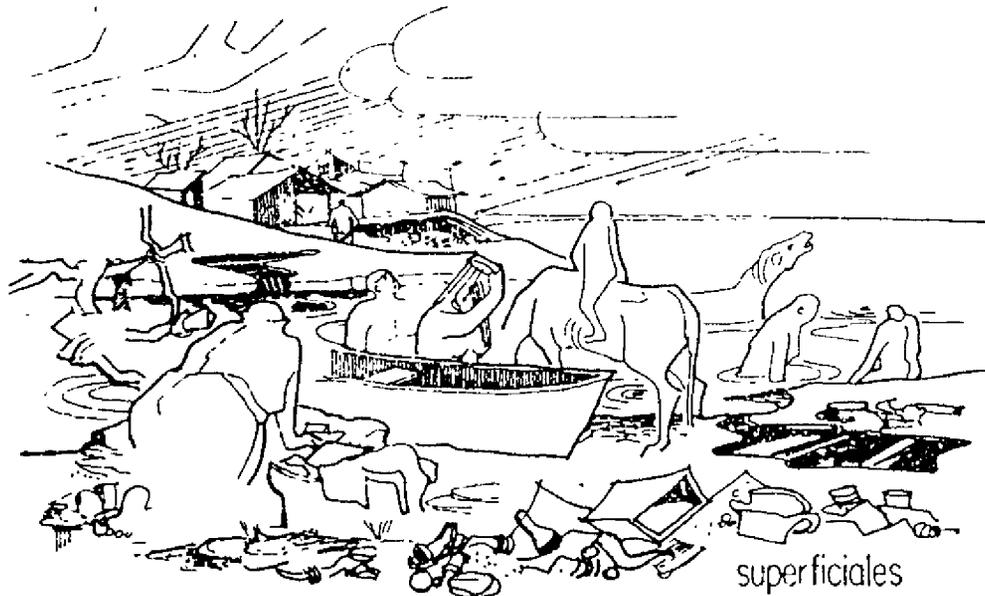
manantial



noría aguas freáticas →  
← pozo profundo

## contaminación de fuentes

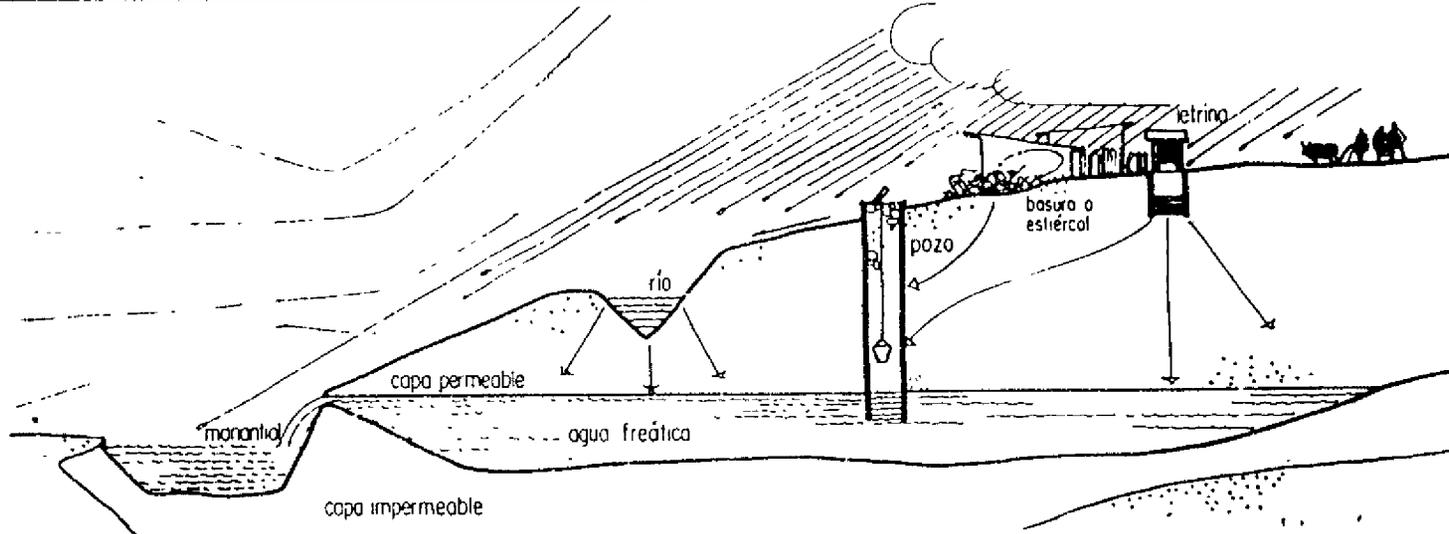
# A2



Las aguas freáticas están muy expuestas a la contaminación de bacterias, parásitos o sustancias químicas, por la facilidad de filtración hasta ellas, del contenido de: letrinas, pozos negros, fosas sépticas, depósitos de basura o de estiércol, etc.

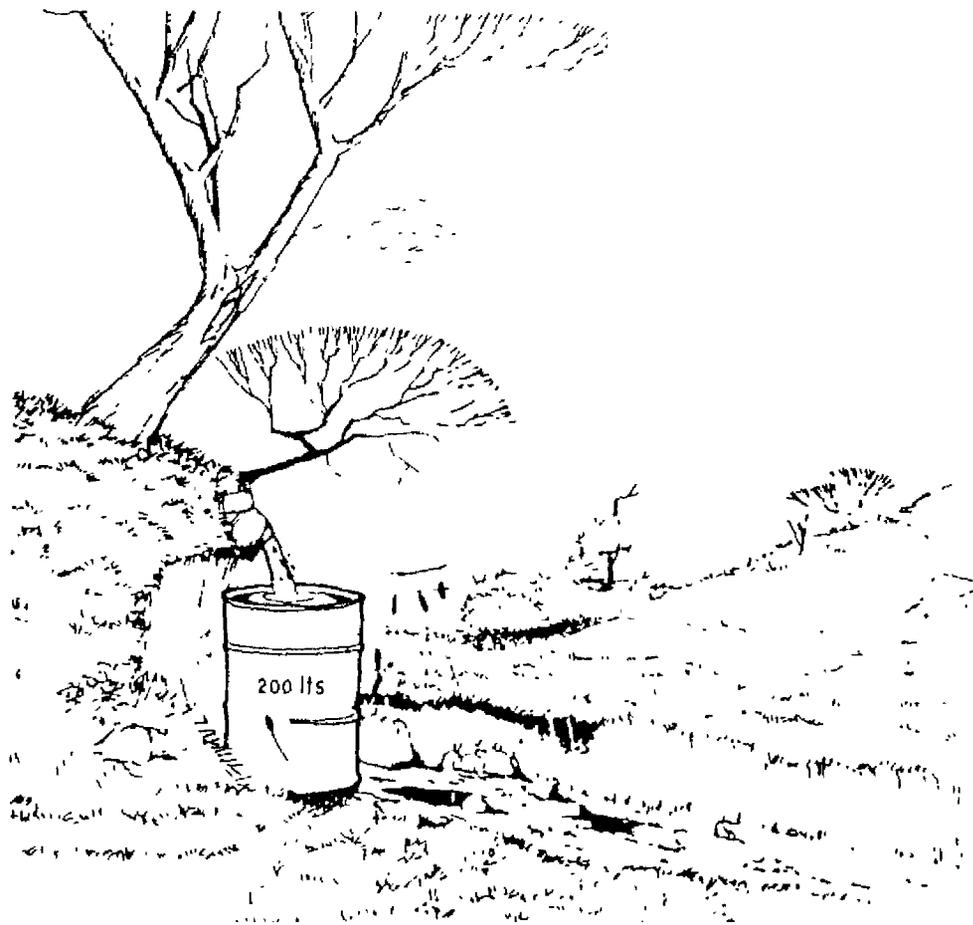
El arrastre de las bacterias o parásitos depende entre otros factores, de la inclinación del terreno, del nivel de las aguas subterráneas, y de la permeabilidad del suelo, de tal manera que desde el punto de vista sanitario, deben determinarse las distancias máximas de migración y la dirección de las corrientes subterráneas.

Por ejemplo, una letrina debe estar separada como mínimo de la fuente de suministro de agua, de 7.5 a 15 mts. y de 1.5 a 7 mts. sobre el nivel de las aguas subterráneas.



# aforos | en corrientes pequeñas y manantiales

# A3



El método más simple es

1o.—Recibir el agua en un recipiente de volumen conocido (lambor, barril, bote alcohólico, etc.).

2o.—Tomar el tiempo en segundos que tarda el recipiente en llenarse totalmente.

Cuento: Si un tambor de 200 lts. de capacidad se llena en 50 segundos, el gasto (Q) será:

$$Q = \frac{200 \text{ lts.}}{50 \text{ seg}} = 4 \text{ lts. seg}$$

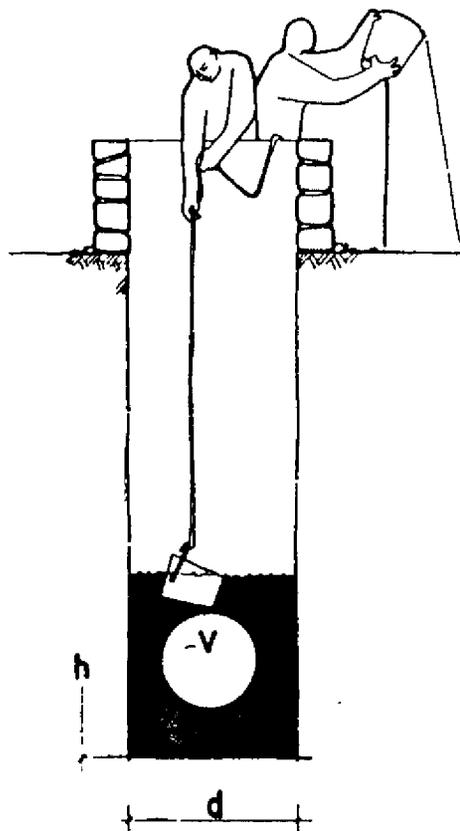
Para determinar el gasto en:

Litros por minuto (lts. min) multiplíquese x 60

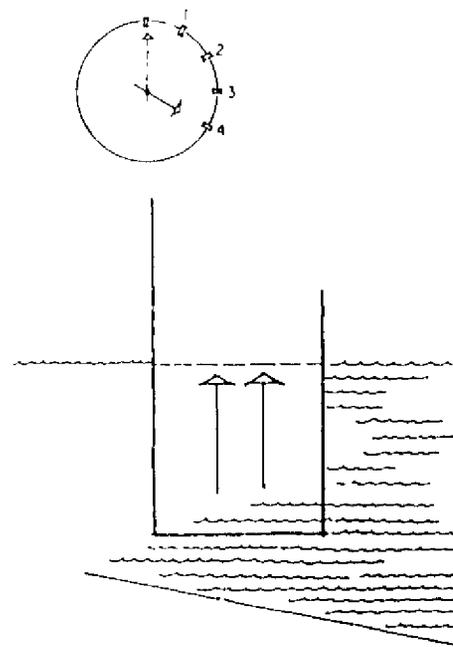
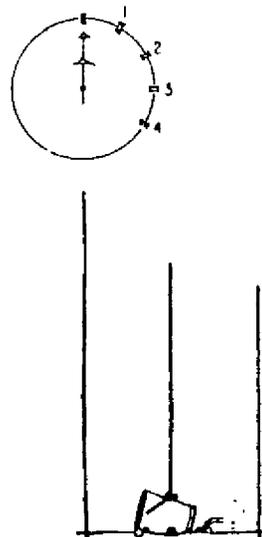
Litros por hora (lts. hr) multiplíquese x 3600.

Litros por día (lts. día) multiplíquese x 86400.

Nota: En caso de corrientes de caudal y velocidad muy reducidas, utilíce botes alcohólicos de 18 lts. de capacidad



- d** diámetro interior del pozo
- h** altura o espesor de la capa de agua
- v** volumen



Se procede a sacar el agua contenida en la noria por medio de bombas, balde o otro medio.

Se toma el tiempo que tarda el agua en recuperar su nivel normal en la noria.

Ejemplo: Supongamos que tenemos una noria con las siguientes medidas:  $d = 2,50$  m,  $h = 2,60$  m.

El volumen del pozo será:

$$V = 0,785 (\pi) \times \text{diámetro} \times \text{diámetro} \times \text{altura}$$

$$V = 0,785 \times 2,50 \text{ m} \times 2,60 \text{ m} \times 2,00 \text{ m} = 9,80 \text{ m}^3 = 9800 \text{ lts}$$

Si el agua tarda 4 horas en recuperar su nivel en la noria, el gasto (Q) por hora será:

$$Q = \frac{9800 \text{ lts}}{4 \text{ hrs}} = 2450 \text{ lts/hr}$$

también:

$$Q = \frac{2450 \text{ lts/hr}}{3600 \text{ seg/hr}} = 0,681 \text{ lts/seg}$$

(\*) Un valor constante:  $\frac{\pi}{4} = \frac{3,1416}{4} = 0,785$

El gasto aproximado de una corriente media, lo podemos conocer determinando la velocidad y el área transversal en un tramo dado de la corriente

## aforos | en función de velocidad

### Determinación de la velocidad

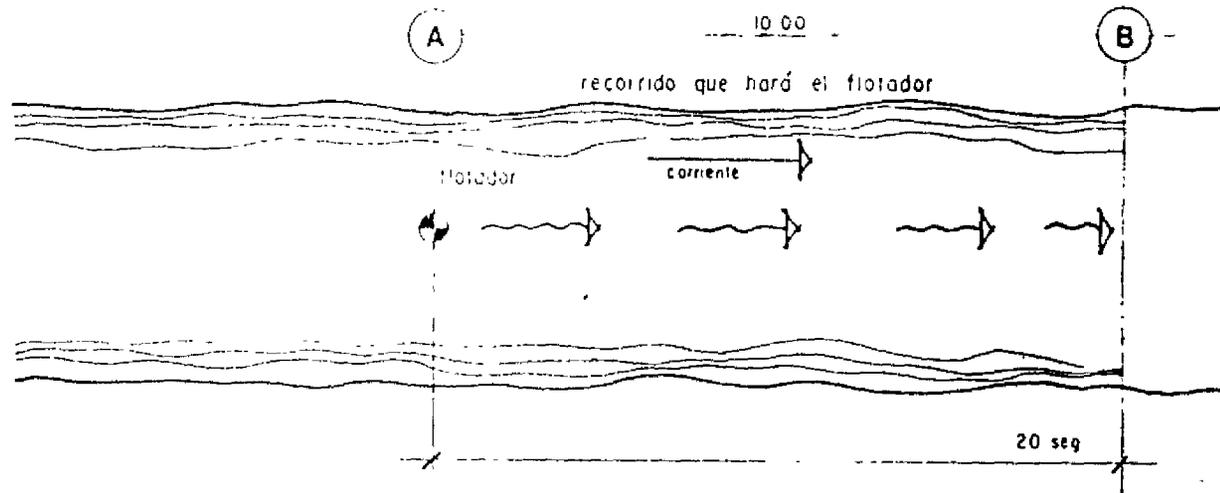
Sobre una de las orillas de la corriente, se marcan a una distancia fija dos puntos de referencia A y B. Se suelta un flotador (tapón de corcho, pelota de hule, taquete de madera, etc.) a la altura del punto A, aproximadamente en la mitad de la corriente y se toma el tiempo que tarda el flotador en llegar desde A hasta B.

Ejemplo: Si la distancia entre A y B es de 10 mts. y el tiempo empleado por el flotador en recorrerla fue de 20 segundos

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}} = \frac{10 \text{ m}}{20 \text{ seg}} = 0.50 \text{ m/seg}$$

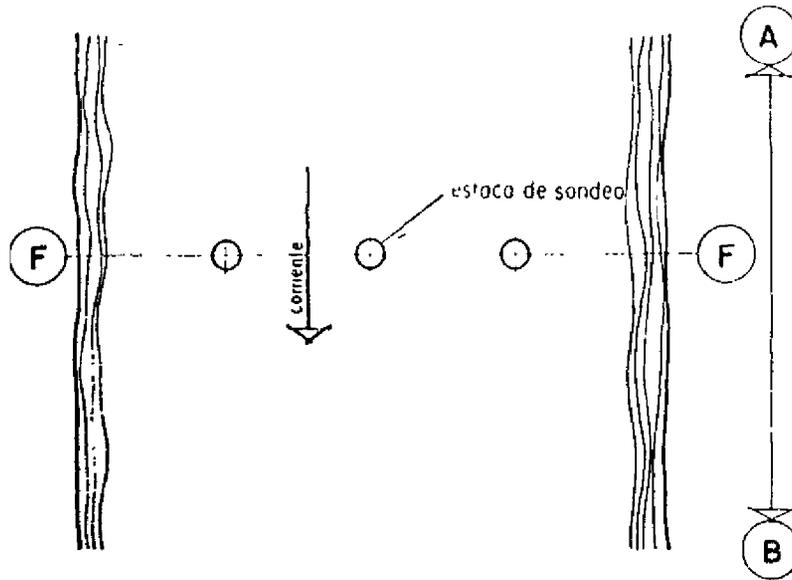


50 m/seg

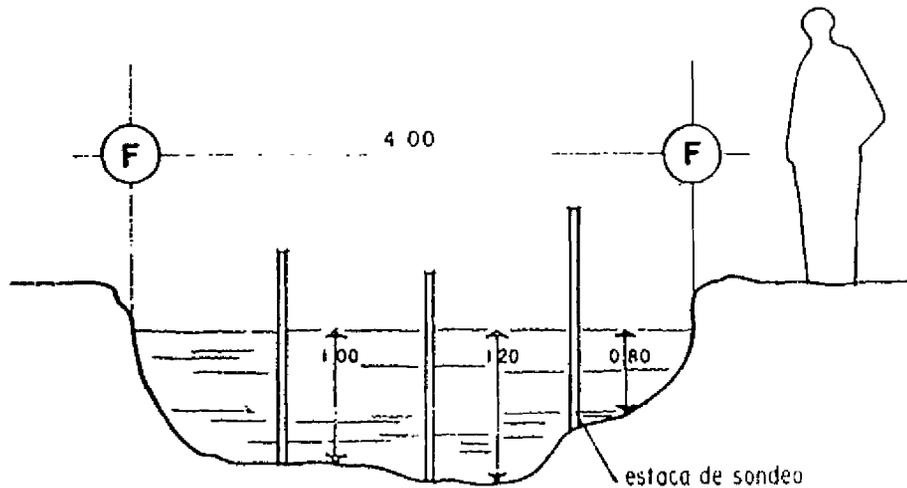


y area

A5



PLANTA



CORTE

*Determinación del área transversal*

En corrientes regulares tanto el ancho como la profundidad se procede de la siguiente manera:

Se escoge una sección (FF) intermedia entre los puntos A y B midiéndose el ancho B-A de corriente en diámetro. Se efectúa un corte a lo largo de la sección (FF) en muchos puntos distribuyendo puntos a partes iguales en la división simétrica.

Ejemplo: Supongamos que los datos son ancho de la corriente en FF = 4.00 m Profundidad media =

$$\frac{1.00 + 1.20 + 0.80}{3} = 1.00 \text{ m}$$

El área de la sección transversal media será:

$$\text{Área} = 4.00 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 4.00 \text{ m}^2$$

Para obtener el gasto de la corriente será:

$$Q = \text{Área transversal media} \times \text{Velocidad}$$

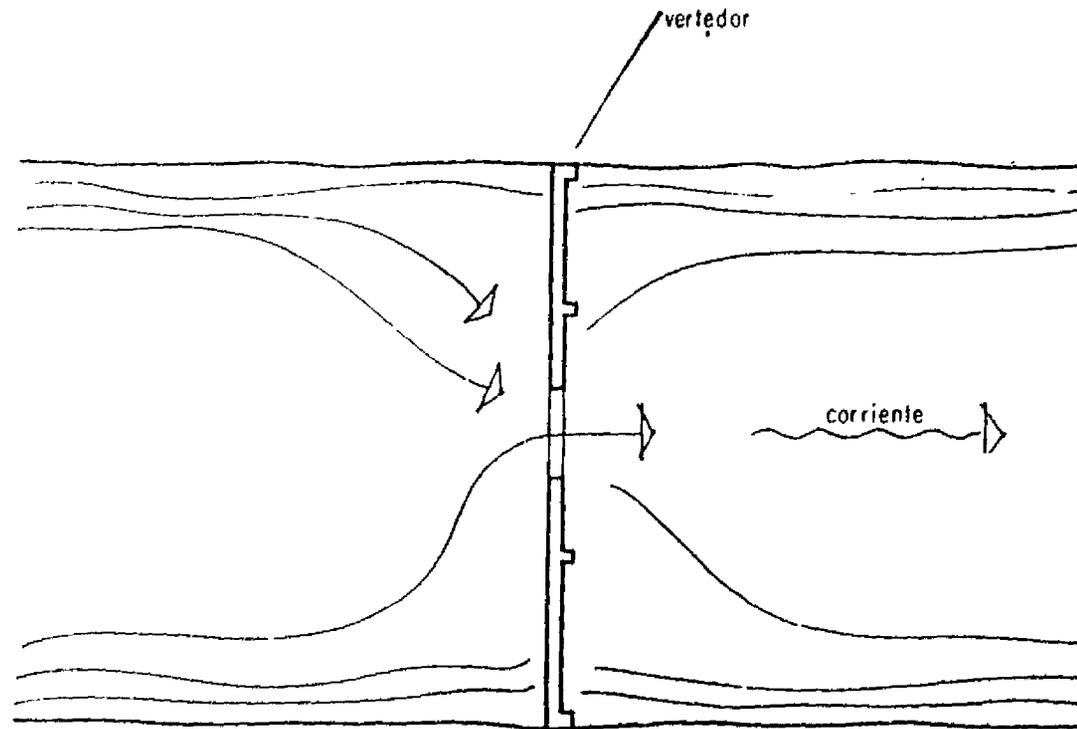
$$Q = 4.00 \text{ m}^2 \times 0.50 \text{ m/seg} = 2.00 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{o} = 200 \text{ lit/seg}$$

Nota: En corrientes irregulares, el área transversal media empleada en el cálculo del gasto se obtiene promediando las áreas transversales determinadas con las Secciones A A' y B B'.

aforos | utilizan

1



# vertedor de madera

# A6

Este método puede utilizarse en corrientes hasta de 300 m. de ancho

1o.— El vertedor se encaja perpendicular al sentido de la corriente formando una represa, obligando al agua a pasar a través del vertedor triangular (Fig. 1).

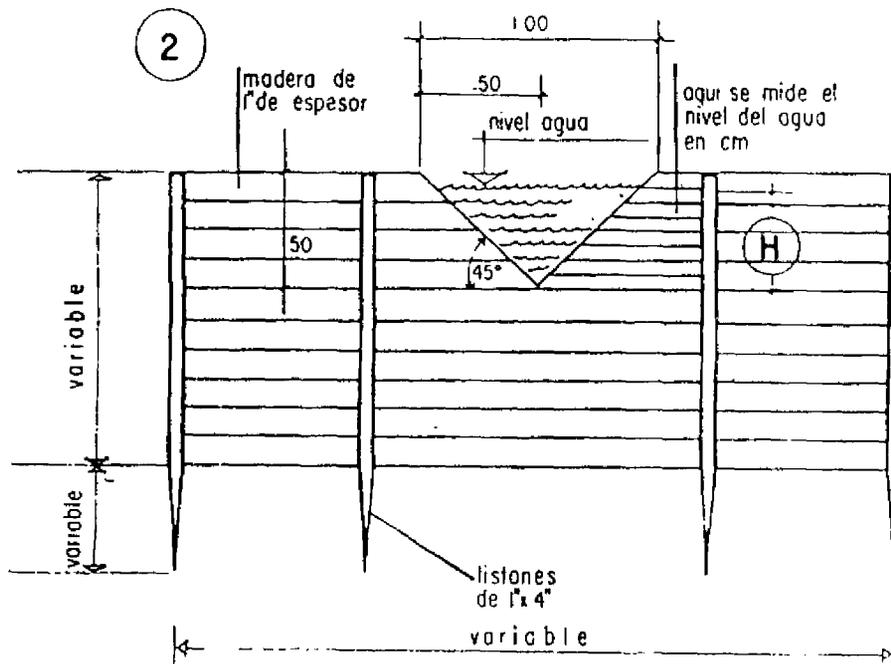
2o.— En uno de los lados del vertedor se marca una escala dividida en centímetros sobre la cual se lee la altura que alcanza el nivel del agua (Fig. 2).

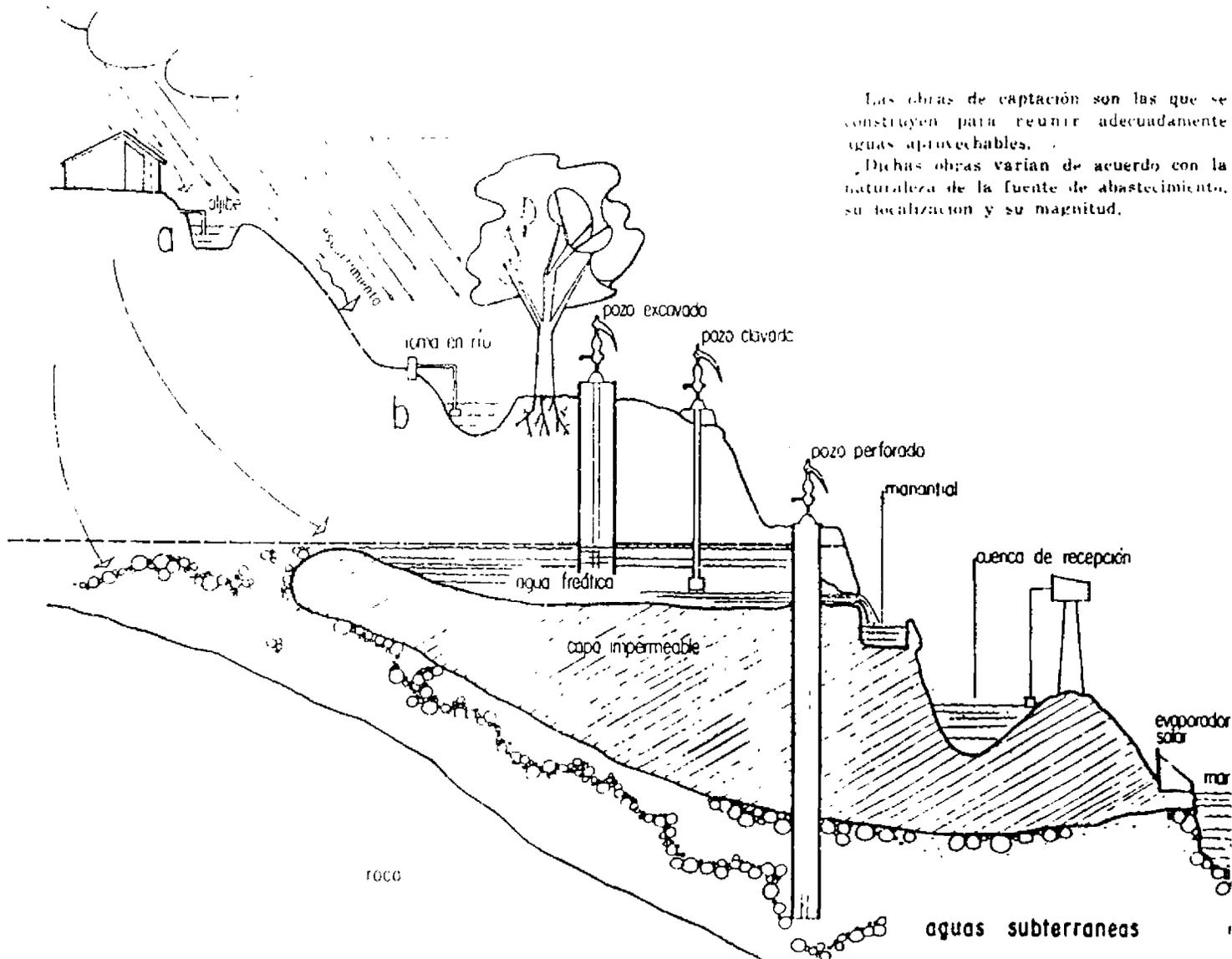
Para conocer el gasto que lleva la corriente, hágase la lectura en la escala y consulte la tabla.

Ejemplo: si H = 30 cms  
Q = 67 l. seg.

TABLA DEL VERTEDOR

H	Q en M <sup>3</sup> /seg	Q en lts/seg
4 cms	0.0004	0.4
5 cms	0.0008	0.8
6 cms	0.0012	1.2
7 cms	0.0018	1.8
8 cms	0.0025	2.5
9 cms	0.0033	3.3
10 cms	0.0043	4.3
11 cms	0.0056	5.6
12 cms	0.0069	6.9
13 cms	0.0085	8.5
14 cms	0.0110	11.0
15 cms	0.0120	12.0
16 cms	0.0130	13.0
17 cms	0.0150	15.0
18 cms	0.0190	19.0
19 cms	0.0210	21.0
20 cms	0.0240	24.0
21 cms	0.0270	27.0
22 cms	0.0320	32.0
23 cms	0.0340	34.0
24 cms	0.0380	38.0
25 cms	0.0420	42.0
26 cms	0.0470	47.0
27 cms	0.0520	52.0
28 cms	0.0560	56.0
29 cms	0.0640	64.0
30 cms	0.0670	67.0
31 cms	0.0730	73.0
32 cms	0.0780	78.0
33 cms	0.0830	83.0
34 cms	0.0910	91.0
35 cms	0.0980	98.0
36 cms	0.1060	106.0
37 cms	0.1130	113.0
38 cms	0.1210	121.0
39 cms	0.1280	128.0
40 cms	0.1380	138.0
41 cms	0.1460	146.0
42 cms	0.1560	156.0
43 cms	0.1620	162.0
44 cms	0.1780	178.0
45 cms	0.1840	184.0
46 cms	0.1940	194.0
47 cms	0.2060	206.0
48 cms	0.2160	216.0
49 cms	0.2280	228.0
50 cms	0.2390	239.0



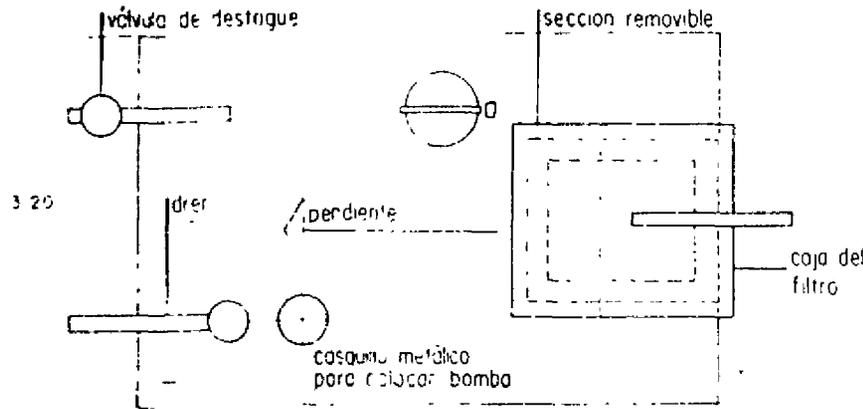


Las obras de captación son las que se construyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables.  
 Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento, su localización y su magnitud.

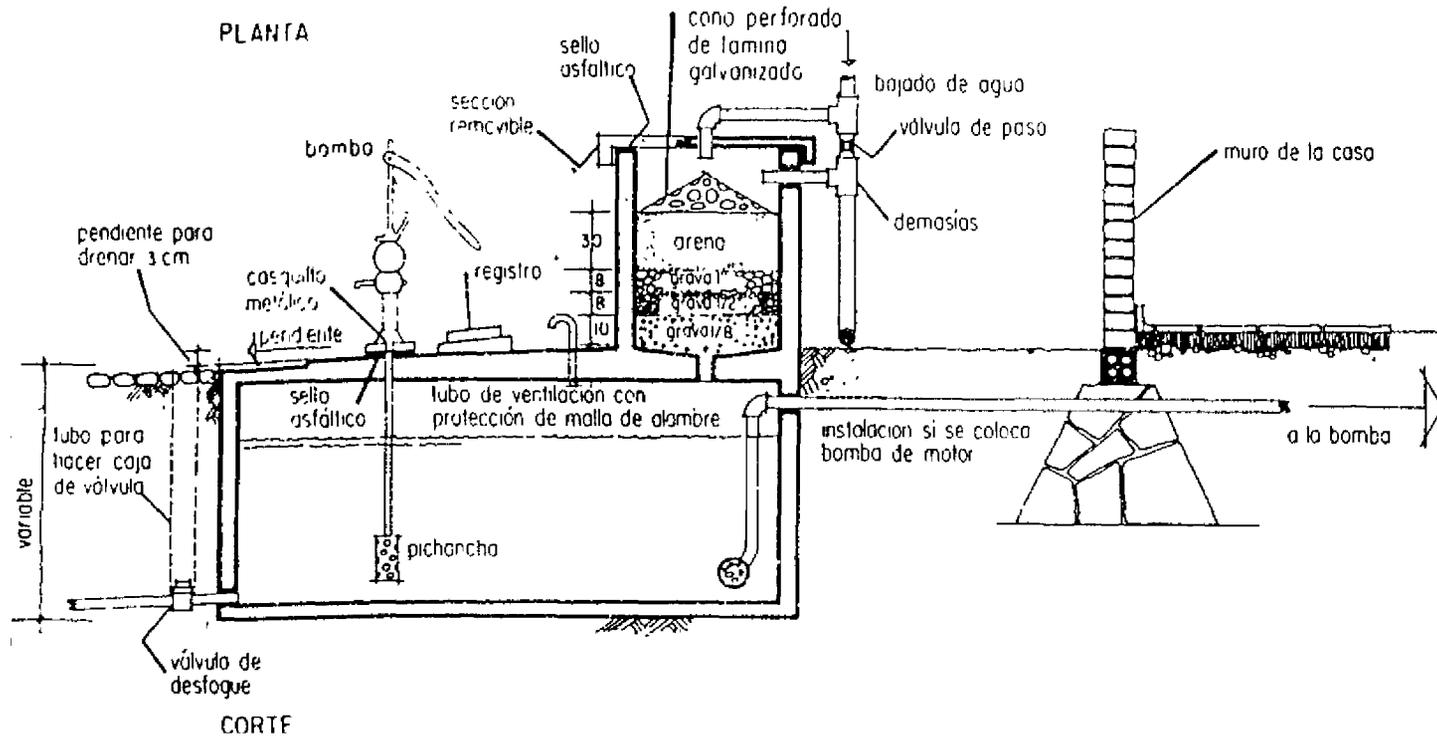
# aguas meteóricas

A7

0



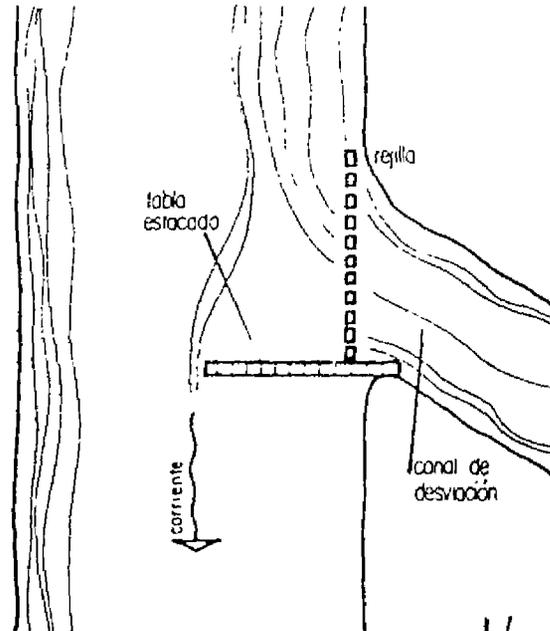
NOTA:  
si se coloca una bomba aspirante-impelente podrá elevarse el agua a un tinaco que distribuya el agua dentro de la casa, colocando la tubería necesaria.



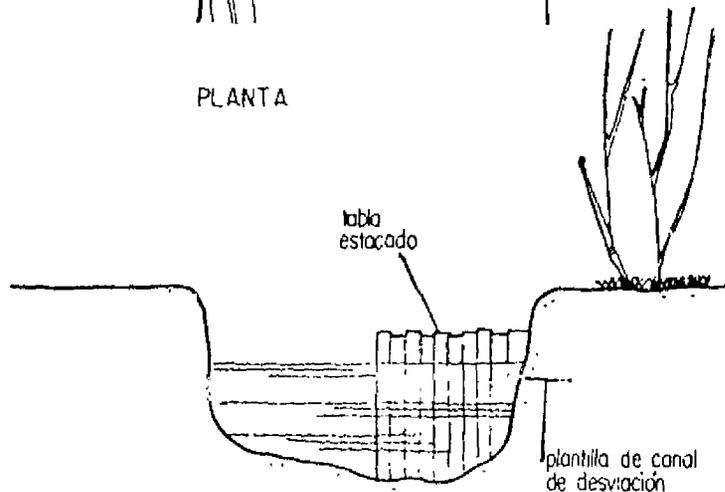
en corrientes superficiales

A7

b



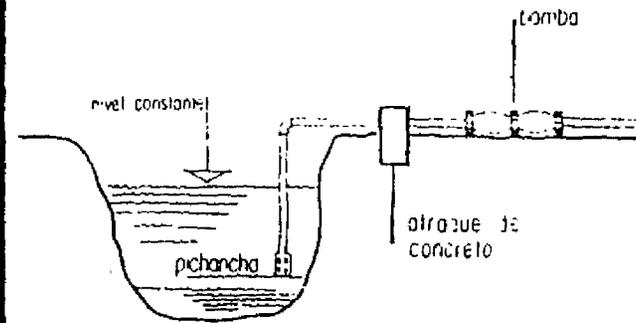
PLANTA



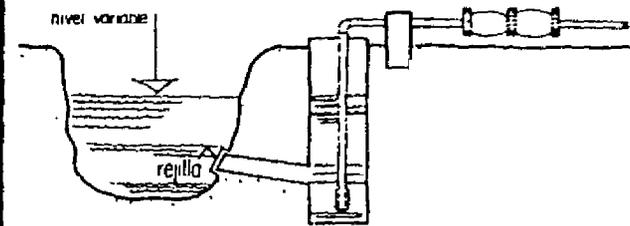
toma por gravedad

CORTE

toma directa por bombeo



toma indirecta por bombeo

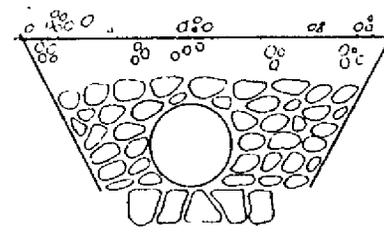
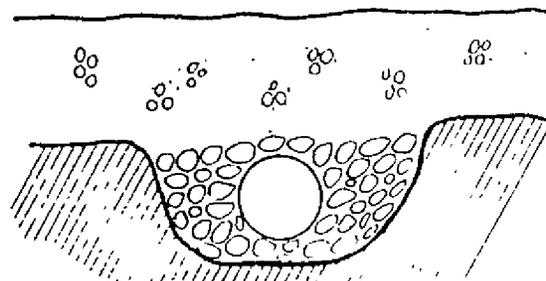
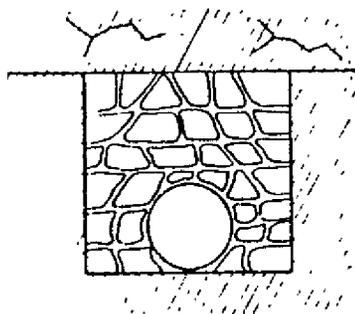
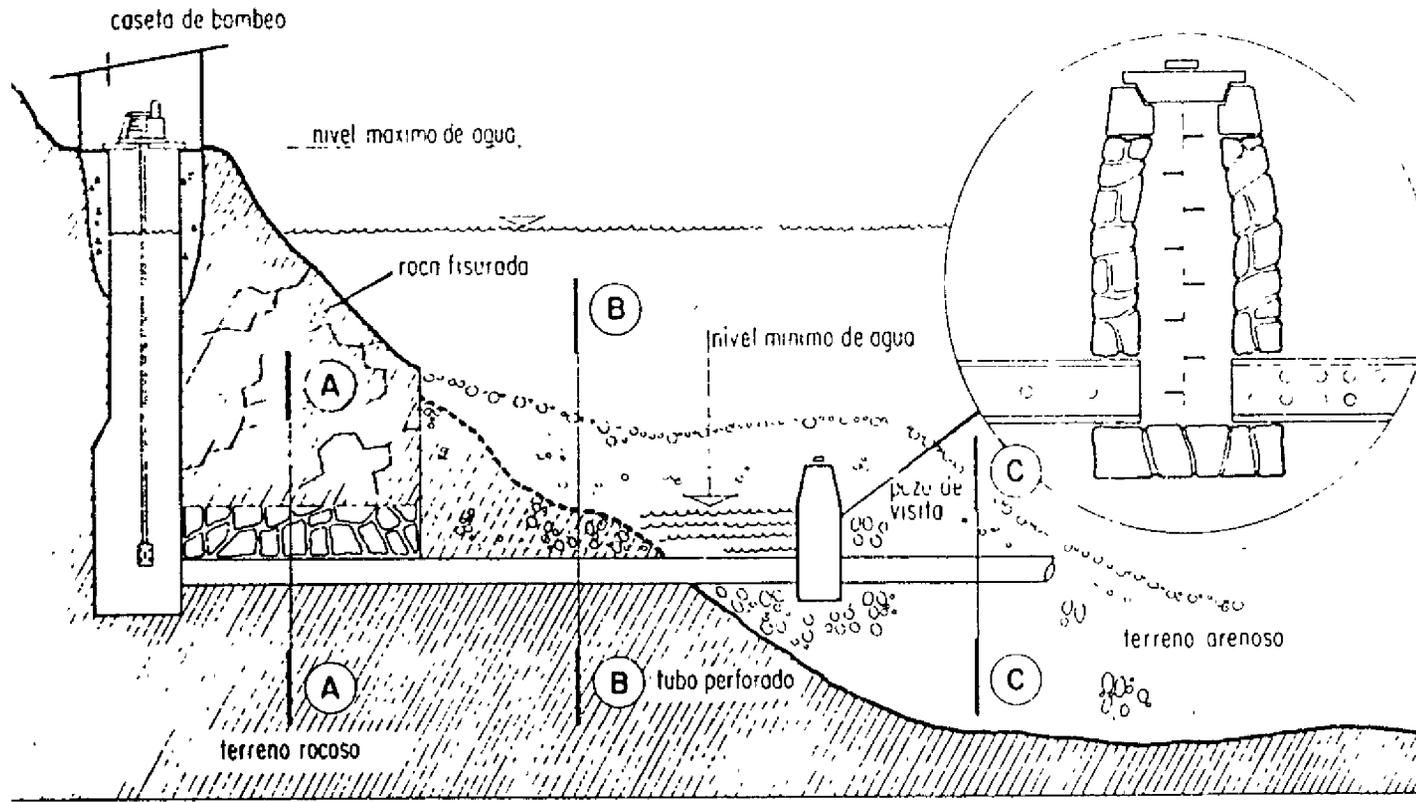


Existen diversos tipos de obras para captar las aguas superficiales, que reciben el nombre de obras de toma.

Los tipos de toma más usuales en pequeños sistemas son: toma por gravedad y toma por bombeo, directa o indirecta.

# galería filtrante horizontal

A7



CORTE A-A

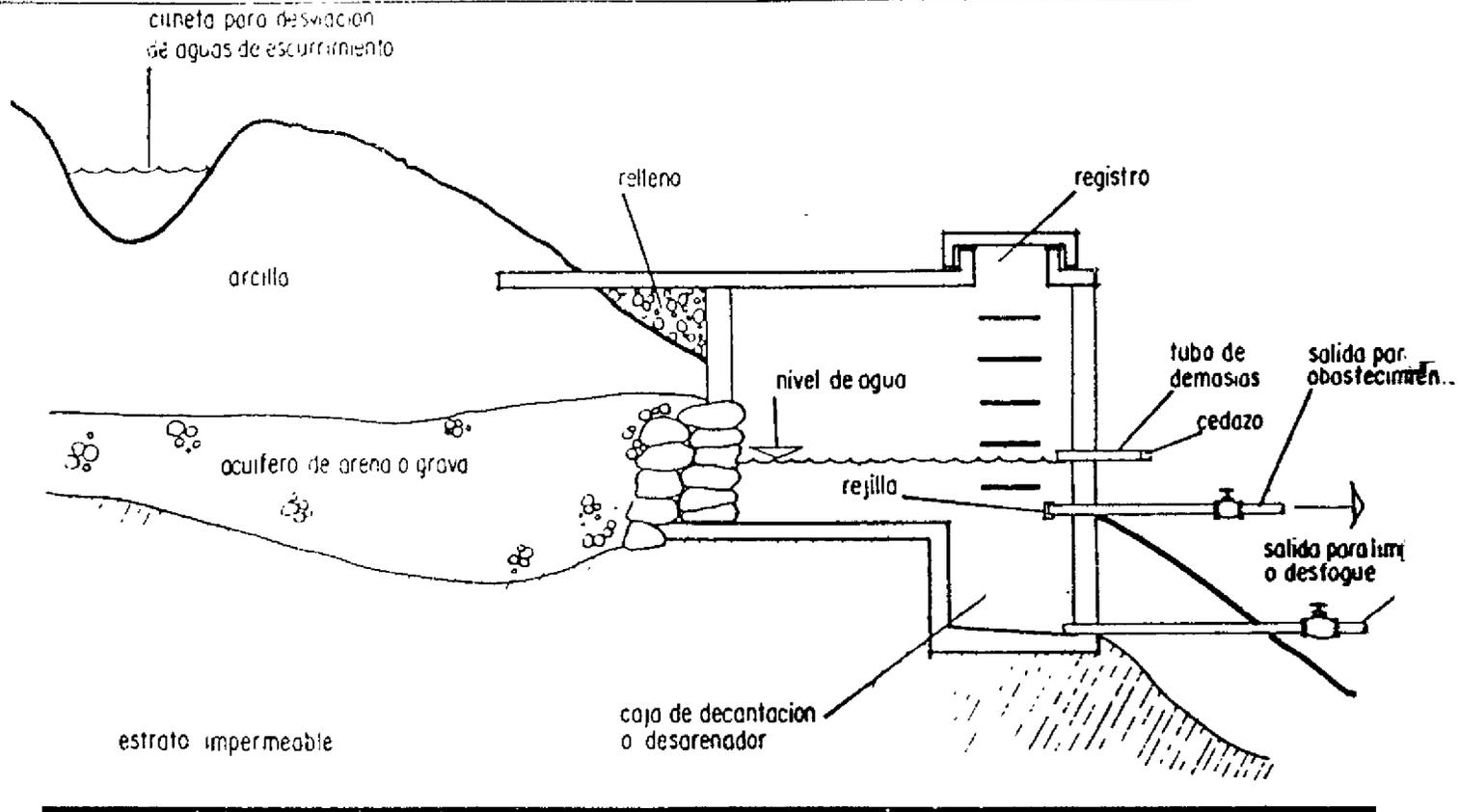
CORTE B-B

CORTE C-C

manantial

A7

d



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

Los dispositivos de captación son cámaras colectoras cerradas e impermeables, construidas de concreto reforzado o mampostería de 1 bloque o piedra.

Para cimentar la caja colectora, debe excavar hasta encontrar una capa impermeable, retirando el cieno, las rocas intemperizadas y otros fragmentos de material mineral, por lo común carbonato de calcio, que el agua deposita al brotar. Esta operación deberá hacerse cuidadosamente, sobre todo en terrenos fisurados, para evitar que el manantial se desvíe o desaparezca por una fisura. En ningún caso se harán detonar cargas explosivas en un manantial.