

FONTANERÍA PRÁCTICA

MUNICIPIOS PEQUEÑOS Y MEDIANOS

SERIE FORTALECIMIENTO DE GESTIÓN DE LOS

1

SERVICIOS PÚBLICOS BÁSICOS



Oficina Central, Ciudad de Guatemala
13 Calle 2-60, zona 10, Edificio Topacio Azul, Oficina 502
Teléfono: 2429-9600
Fax: 2363-2258
promudel@promudel-gtz.net

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS

Asociación Nacional de Municipalidades, ANAM

República de Guatemala

THORSTEN SAGAWÉ

Coordinador del Programa Municipios para el Desarrollo, PROMUDEL

JORGE MONROY

Coordinador del Componente de Gestión Municipal, PROMUDEL

ALEXANDRA KURTH

Coordinadora del Componente de Comunicación, PROMUDEL

Adaptación de Textos

Ana Victoria Rodríguez, Asesora en Servicios Públicos, PROMUDEL

Revisión de Textos

María Teresa Escamilla, PROMUDEL

Ilustración y Diagramación

AT Publicidad

Impresión

Impresos de Integración, S. A.

Año 2009

GUATEMALA



Contenido

Introducción	9
Presentación	11
Ser fontanero: Un oficio importante en la comunidad	13
¿Qué es la fontanería?	13
¿De dónde surge la fontanería?	13
¿Quién es el fontanero?	13
¿Cuáles son las tareas del fontanero?	13
Amigo fontanero	15
¿Como se puede preparar mejor para hacer bien su trabajo?	15
MÓDULO 1	
El ciclo del agua	
1. Lo que vamos a aprender los fontaneros sobre el cuidado de las fuentes de agua	17
2. Conversando sobre nuestro acueducto	18
3. Lo que debemos saber y poner en práctica	19
El agua que tenemos disponible	19
¿Qué es el uso racional y eficiente del agua?	20
El ciclo hidrológico, la cuenca y su protección	21
¿Qué es el ciclo hidrológico (ciclo del agua)?	21
¿Qué es una cuenca hidrográfica o cuenca?	21
¿Por qué es importante la cuenca?	22
¿Qué es una microcuenca?	23
¿Qué es una fuente de abastecimiento?	23
¿Por qué deben conservarse las fuentes de agua?	24
¿Qué hace un fontanero para proteger las fuentes de agua?	24
MÓDULO 2	
Un fontanero eficiente, hace mantenimiento permanente	
1. Lo que vamos a aprender sobre operación y mantenimiento del acueducto, alcantarillado y calidad de agua	27
2. La calidad del agua que se toma en el pueblo es nuestra responsabilidad	28

3. Lo que debemos saber y poner en práctica	30
La calidad de agua y su tratamiento	30
¿Qué es la calidad del agua?	30
Características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas	30
¿Qué es el agua potable?	34
¿En qué consiste el tratamiento del agua?	34
Vocabulario del fontanero	35
¿Qué es el caudal?	35
Cómo se mide el caudal?	35
¿Qué es la presión?	41
Diagramas del sistema de acueducto y alcantarillado	43
¿Qué es un diagrama?	43
¿Qué es una convención?	43
¿Qué es un plano?	45
¿Para qué sirven los planos?	45
¿Qué es un plano maestro?	45
¿Qué es un plano zonal?	46
¿Qué es un manual?	47
Lista de materiales y presupuesto	47
El sistema de acueducto	49
¿Qué es un acueducto?	49
¿Cuáles son los requisitos para que sea un acueducto?	49
¿Cuántas clases de acueducto existen?	50
Componentes del sistema de acueducto	52
¿Qué es la operación y el mantenimiento del sistema de acueducto?	53
¿A quien le corresponde operar y mantener el sistema de acueducto	
en el municipio?	54
¿Cómo demuestra el fontanero que ha realizado bien sus actividades?	54
¿Qué actividades de operación y mantenimiento realiza el fontanero	
en el acueducto?	55
El sistema de alcantarillado	56
¿Qué es un alcantarillado?	56
¿Qué son las aguas residuales o servidas?	56
Componentes del sistema de alcantarillado	57
4. Para estar seguros de lo que aprendimos	58
5. ¿Qué tanto aprendimos	60
6. Hoja de respuestas	62

MÓDULO 3

Captación y conducción, requieren nuestra atención

1. Lo que vamos a aprender los fontaneros sobre el mantenimiento preventivo de las fuentes de agua, la toma o bocatoma, el tanque de captación, el desarenador y las tuberías de conducción	65
2. Conversando sobre nuestro acueducto	66
3. Lo que debemos saber y poner en práctica	68
Toma o bocatoma	68
¿Qué elementos componen una toma o bocatoma o estructura de captación?	68
Tipos de toma o bocatoma	68
¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo en la toma o bocatoma y tanques de captación?	71
Desarenado	74
¿Qué es un desarenador?	74
¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo de los desarenadores?	75
¿Qué hacer con los sedimentos acumulados en el desarenador?	77
Conducción	77
¿Qué es la conducción?	77
¿Cómo fluye el agua por las tuberías de conducción?	77
¿Cuáles son los principales componentes de las líneas de conducción?	77
¿Qué es una caja rompe presión?	78
¿Qué son las válvulas reductoras y reguladoras de presión?	78
¿Qué son las ventosas o válvulas de aire?	79
¿Qué son las válvulas de limpieza o purga?	79
¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo de las tuberías de conducción?	80
4. Para estar seguros de lo que aprendimos	84
5. ¿Qué tanto aprendimos?	87
6. Hoja de respuestas	89

MÓDULO 4

Agua de buena calidad, a mi casa llegará

1. Lo que vamos a aprender los fontaneros para almacenar y distribuir bien el agua	91
2. Vamos a mejorar nuestro servicio de acueducto	92
3. Lo que debemos saber y poner en práctica	93
¿Qué son los tanques de almacenamiento o distribución?	93
¿Cuáles son los principales elementos de un tanque de almacenamiento?	93
Desinfección de agua a base de cloro	94
¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo de los tanques de almacenamiento?	96
¿Cómo se limpia y desinfecta un tanque de almacenamiento?	99
¿Cómo se mide el cloro residual?	100
¿Cómo se mide la contaminación bacteriológica del agua?	101
Aspectos generales de la toma de muestra de agua para examen bacteriológico	103
Red de distribución	103
¿Qué es la red de distribución?	103
Tuberías	105
¿Cómo se transportan y almacenan las tuberías?	106
¿Qué son los accesorios?	108
¿Qué función tienen los accesorios?	108
¿Cuáles son los accesorios que se utilizan en las redes de acueductos?	109
¿Cuál es la actividad más frecuente que realiza un fontanero en el sistema de acueducto?	111
¿Cuáles son las principales causas de los daños?	111
¿Cómo se reparan los daños?	112
¿Cuál es el procedimiento para instalar tuberías y accesorios?	113
¿Cómo se instalan las tuberías de PVC?	113
Tipo de relleno para tubería	115
Ensamble y reparación de tuberías	115
Recomendaciones	119
Anclajes	119
¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento de la red de distribución?	121

Acometidas domiciliarias	122
¿Cómo se instalan las acometidas domiciliarias?	124
Reparación de las conexiones domiciliarias	126
Reparación en instalaciones de agua y alcantarillado	126
¿Cómo se reconocen las fugas expuestas?	127
¿Cómo se reconocen las fugas cubiertas?	127
Para reparar una fuga expuesta o cubierta en un tramo de red de agua	127
Para reparar una fuga expuesta o cubierta dentro de la vivienda	128
¿Las fugas de alcantarillado son iguales?	128
Accesorios de control	130
Válvulas	130
Micromedidores	135
Recomendaciones para instalar los medidores	136

4. Para estar seguros de lo que aprendimos **142**

5. ¿Qué tanto aprendimos? **144**

6. Hoja de respuestas **145**

MÓDULO 5

Fontanero que trabaja con seguridad, ningún riesgo correrá

1. Lo que vamos a aprender los fontaneros sobre seguridad industrial para no tener accidentes **147**

2. Conversando sobre cuidarse de los accidentes **148**

3. Lo que debemos saber y poner en práctica **150**

 ¿Qué es la seguridad industrial? 150

 ¿Qué es un accidente de trabajo? 151

 ¿Es posible evitar los accidentes de trabajo? 151

 ¿Cuáles son las principales causas de los accidentes de trabajo? 151

 ¿Cuáles son los actos inseguros en el trabajo de los fontaneros? 152

 ¿Cuáles podrían ser las condiciones físicas o mecánicas inseguras? 152

¿Qué son las normas y procedimientos de seguridad industrial?	153
¿Qué son los primeros auxilios?	156
¿Qué es un botiquín?	156
¿Para qué sirve un botiquín?	156
¿Qué se debe hacer cuando es necesario prestar primeros auxilios?	157

4. Para estar seguros de lo que aprendimos	158
--	-----

5. ¿Qué tanto aprendimos?	161
---------------------------	-----

6. Hoja de respuestas	163
-----------------------	-----

ANEXOS

Anexo 1. Herramientas para operación y mantenimiento del acueducto	165
Anexo 2. Unidades de medida	172
Anexo 3. Glosario de términos	174
Anexo 4. Formatos de control	177

Introducción

El Programa Municipios para el Desarrollo Local -PROMUDEL- presta asesoría en el mejoramiento de la gestión de los servicios públicos, para lograr el fortalecimiento institucional y administrativo de las municipalidades orientado a que éstas respondan de una manera eficiente con las responsabilidades que la Constitución y la ley les han asignado, y de esta forma, coadyuven al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) definidos en septiembre del año 2000 por los líderes de 189 países en la sede de Naciones Unidas en Nueva York, particularmente, con la reducción de la pobreza.

En este sentido a las municipalidades les corresponde como una tarea central, la prestación de los servicios de acueducto y saneamiento básico, como necesidades fundamentales para garantizar el derecho a la vida, la salud y al trabajo y así contribuir con la lucha contra la pobreza.

El cuerpo normativo y legal en Guatemala dispone que el nivel nacional cumple funciones de regulación y control en la prestación de ciertos servicios básicos; sin embargo, referido a los municipios, el Código Municipal (artículos 6, 67, 68 y 72) determina como competencias propias de los mismos, entre otras, la prestación de servicios públicos básicos como el "abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado, alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; limpieza y ornato".

Por tal motivo, PROMUDEL dentro del marco de sus actividades principales de asesoría, orienta sus esfuerzos a lograr que las autoridades locales (Alcaldes, Síndicos y Concejales) prioricen dentro de las políticas municipales de gestión, la prestación o provisión de los servicios públicos básicos, en donde, el mejoramiento de la cobertura, las tarifas, la continuidad en el servicio, la calidad de los mismos y en general todos los demás aspectos operativos y de administración sean elementos a tener en cuenta de una manera integral.

En la actualidad, los municipios de Guatemala presentan una debilidad institucional referida a la forma de gestionar y operar la prestación de los servicios públicos básicos. En muchos de ellos, no hay una dependencia u oficina en la estructura administrativa que gestione específicamente estos temas. Buscando aportar en la solución de esta problemática PROMUDEL ha emprendido acciones tendientes a organizar de una manera integral la prestación de los servicios públicos básicos por parte de las municipalidades; se ha avanzado en temas como contar con diagnósticos administrativos y técnicos referidos a la prestación del servicio, sugerir la creación de oficinas que cuenten con instrumentos técnicos de gestión (procesos administrativos), instrumentos técnicos de operación (medición de calidad del agua, catastro de redes, catastro de usuarios), además, de brindar capacitación mediante talleres y acompañamiento en el lugar de trabajo.

En este punto de la asesoría, se hace necesario que las acciones anteriormente mencionadas se sistematicen para facilitar la gestión del conocimiento, en este caso, mediante la estrategia de elaborar sendas publicaciones de fácil comprensión que permitan su aplicación por parte de los funcionarios municipales encargados de la prestación de los servicios públicos básicos.

Por esta razón presentamos hoy LA SERIE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS BÁSICOS que es un aporte de PROMUDEL con el concurso de entidades y organizaciones del orden nacional que están directamente relacionados con los temas de diseño de políticas, regulación y control de la gestión de los servicios públicos y con las cuales se ha venido trabajando, entre ellas, la Asociación Nacional de Municipalidades -ANAM- y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS-.

LA SERIE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS BÁSICOS desarrolla temas de vital importancia, tales como: la fontanería práctica en municipios medianos y pequeños, el catastro de redes de acueducto y alcantarillado, el censo de usuarios de los servicios públicos, la gerencia eficiente y manuales de procedimientos.

PROMUDEL tiene el convencimiento que la serie de documentos que se presenta son un instrumento de apoyo que facilitará la gestión de los servicios públicos básicos municipales de parte de aquellos funcionarios municipales responsables de la misma.

THORSTEN SAGAWÉ
Coordinador de Programa
PROMUDEL

Presentación

Con este documento, PROMUDEL inicia el proceso por el cual busca dotar a las oficinas de servicios públicos municipales, oficinas de agua, fontaneros, a las comunidades y a sus organizaciones que operan sistemas de acueducto y alcantarillado de instrumentos y material didáctico, para que logren prestar el servicio de manera eficiente y con índices adecuados de calidad y cobertura.

El servicio de acueducto y alcantarillado es esencial para la vida de las personas y las entidades prestadoras de estos servicios están en la obligación de tener personas con las calidades necesarias para desempeñar sus funciones.

El desarrollar estas capacidades requiere que las administraciones establezcan criterios de eficiencia, eficacia y de mejora de la calidad del servicio (potabilidad) y de los fontaneros reconocer que en su oficio se requieren conocimientos específicos y gran variedad de destrezas; por lo tanto quien quiera convertirse en un fontanero competente debe prepararse muy bien y actualizarse permanentemente.

Para tal efecto se presenta a continuación el material didáctico elaborado con ese fin, el cual incluye: cinco módulos autoformativos, dirigidos a los fontaneros que operan sistemas de acueducto y alcantarillado en municipios pequeños, medianos y rurales. Estos materiales formativos se constituyen en la PRIMERA publicación de la SERIE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS BÁSICOS.

Los cinco módulos autoformativos se presentan bajo los siguientes títulos:

Módulo 1: El ciclo del agua.

Módulo 2: Un fontanero eficiente, hace mantenimiento permanente.

Módulo 3: Captación y conducción, requieren nuestra atención.

Módulo 4: Agua de buena calidad, a mi casa llegará.

Módulo 5: Fontanero que trabaja con seguridad, ningún riesgo correrá.

El conjunto de materiales autoformativos tiene como finalidad desarrollar en los fontaneros, las competencias en el oficio y los valores sociales necesarios para:

- o Proteger las microcuencas que abastecen los sistemas de acueducto, especialmente urbanos, de tal manera que se garantice su normal funcionamiento.
- o Dar a conocer las mejores prácticas en la operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua para municipios pequeños y medianos.
- o Suministrar herramientas al fontanero para llevar a cabo un desempeño competente en la operación, mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de las líneas de conducción y demás componentes, así como para prolongar y renovar redes.
- o Motivar en el fontanero actitudes que lo lleven a generar información, registrarla en los formatos, compartirla con sus compañeros de trabajo y a establecer comunicación oportuna y amigable con la Comunidad a la cual presta sus servicios.

JORGE MONROY
Coordinador de Gestión Municipal
PROMUDEL

Ser fontanero: Un oficio importante en la comunidad

¿Qué es la fontanería?

La fontanería es el oficio que ejercen las personas encargadas de instalar, reparar, mantener y operar los sistemas para captación, conducción, almacenamiento y distribución de agua en un sistema de acueducto, así como en alcantarillado.

¿De dónde surge la fontanería?

Las primeras comunidades humanas se desarrollaron en torno a las fuentes naturales de agua, algo que resulta lógico pues el agua es esencial para la supervivencia de todos los seres vivos, incluido el hombre. A medida que las comunidades fueron creciendo, también se hizo más grande la demanda de agua, al punto que fue necesario traerla desde sitios cada vez más lejanos, transportándola a través de canales o conductos cerrados hacia fuentes públicas, desde donde los vecinos podían llevarla a sus casas.

Los acueductos modernos no suministran directamente a los usuarios el agua natural; la captan, la someten a tratamiento para convertirla en apta para consumo humano y la conducen por tuberías hasta la vivienda de los usuarios.

Una vez que el usuario utiliza el agua, ésta, convertida en agua residual, es conducida hacia los colectores públicos y enviada a las plantas de tratamiento de aguas residuales, para ser devuelta a los cursos de agua superficial o es utilizada para riego u otras actividades humanas.

¿Quién es el fontanero?

El fontanero es la persona responsable de reparar, mantener y operar los componentes de captación, almacenamiento, conducción y distribución de agua en un sistema de acueducto, así como de un sistema de alcantarillado.

¿Cuáles son las tareas del fontanero?

En un sistema de acueducto o alcantarillado, el fontanero tiene a su cargo, entre otras, las siguientes tareas:

- o Vigilar el buen estado y conservación de las cuencas y microcuencas de la región.
- o Operar y mantener las instalaciones, los equipos de bombeo, las redes y estructuras del acueducto.
- o Realizar la limpieza y mantenimiento de las distintas estructuras del sistema de acueducto (captación, almacenamiento, conducción y distribución) y alcantarillado.
- o Clorar el agua para que pueda consumirse.
- o Hacer las reparaciones de los daños que se presenten en las redes.
- o Instalar las acometidas en las viviendas de los usuarios nuevos.
- o Cambiar los medidores (contadores) dañados.
- o Ayudar a los usuarios a localizar las fugas y daños dentro de sus viviendas, cuando éstos no son visibles.
- o Responder por el uso adecuado de los materiales y las herramientas que se le han entregado para el desempeño de su labor.
- o Realizar los registros del reporte de sus actividades en los formatos disponibles para este fin.
- o Reportar y coordinar sus actividades con el Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales.
- o Comunicar a la comunidad la información relacionada con su servicio de agua, prevenir situaciones riesgosas o afrontar la solución de problemas que requieren el apoyo de todos los usuarios.

El fontanero es una persona muy importante en la comunidad. Los habitantes lo identifican como la persona que garantiza que ellos siempre tengan agua de buena calidad en sus viviendas, sobre todo para los ancianos y los niños, pues es bien sabido que la salud de estos grupos poblacionales es muy sensible al consumo de agua de mala calidad.

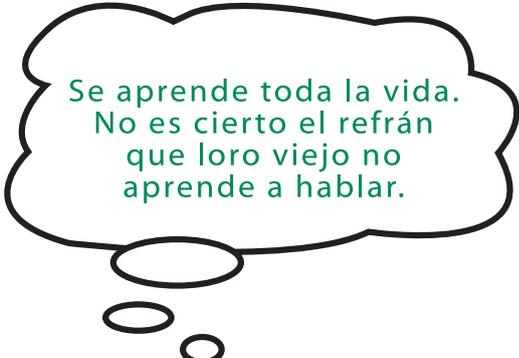
Igualmente, el fontanero es la imagen de la municipalidad en la comunidad, es la persona que tiene mayor contacto con los usuarios y quien recibe el mayor número de quejas relacionadas con la calidad del servicio.

La conservación de microcuencas, uso eficiente y ahorro del agua, pueden promoverse a través de campañas educativas donde el fontanero desempeña un papel muy importante, pues la comunidad lo reconoce como líder en este tema. Es la persona llamada a dirigir las jornadas de trabajo con el aporte de la comunidad, dado que es quien mejor conoce el sistema y más sabe sobre instalación de tuberías, reparación de fugas y limpieza de tanques.

Amigo fontanero:

¿Cómo se puede preparar mejor para hacer bien su trabajo?

Sin duda que la mejor forma es preparándose a sí mismo, estudiando por su cuenta, dedicando tiempo para leer algunas cosas y para ponerse al día en sus conocimientos.



Se aprende toda la vida.
No es cierto el refrán
que loro viejo no
aprende a hablar.

Pero además es muy importante pensar que:

LA AUTO-FORMACIÓN es la mejor manera de APRENDER A HACER en un oficio. Significa: que cada uno, por sí mismo, estudia y aplica o pone en práctica lo que aprende, con la ayuda de los Módulos.

¿Qué hay que hacer?

Dedicarle por lo menos una hora diaria a estudiar con el Módulo que corresponda. Leer despacio o pedirle a alguien de la casa o de la comunidad que lea con Usted. Hacer los ejercicios que trae cada Módulo, para reforzar los conocimientos. Responder las evaluaciones honestamente.

La práctica hace al buen fontanero. Y leer, repasar, contestar, las evaluaciones le ayuda a ser el primero.

Tenga en cuenta estas recomendaciones:

- o No deje pasar una semana sin estudiar su Módulo.
- o Haga los ejercicios o las actividades completas.
- o Llene los formatos de reporte: hay que registrar la información.
- o Si necesita repasar varias veces o pedir una explicación:
NO LE DE PENA. NADIE NACE SABIENDO.

The background features a faint, light green illustration. In the upper left, a woman with long hair and a floral necklace is depicted. In the lower left, a child wearing a headband and a sweater is shown. The overall style is simple and illustrative.

Módulo

1

El Ciclo del agua

1. Lo que vamos a aprender los fontaneros sobre el cuidado de las fuentes de agua

Lo que vamos a aprender:

- o A proteger nuestras fuentes de agua.
- o A valorar el agua como fuente de vida.
- o ¿Qué es el ciclo hidrológico o ciclo del agua?
- o ¿Cómo se diferencia entre una microcuenca y la cuenca?.
- o La importancia de la microcuenca y porqué hay que reforestarla.
- o El mensaje principal es: Se debe cuidar la naturaleza pues nos da el agua.

2. Conversando sobre nuestro acueducto



Pedro
Encargado de la Oficina de
Servicios Públicos Municipales



María
Vecina



Juan
Fontanero

María: ¿Cómo le parece Juan? Dicen que entre más árboles y lluvia hay, más agua tenemos disponible para nuestro consumo.

Juan: Así es. Los árboles sirven para que cuando llueve el agua no escurra, sino que se infiltre en el suelo. Los nacimientos son salidas de agua subterránea sobre la tierra o en las montañas.

María: Ah, con razón por allá en la Aldea El Cerro, donde hay muchos árboles, la comunidad tiene agua todo el día. También, mis papás cuentan que en este pueblo antes había ríos caudalosos y mucho bosque.

Pedro: En la Aldea El Cerro existen bosques y mucha agua porque los vecinos y la municipalidad se han comprometido a cuidarlos.

Juan: El cuidado de las fuentes o nacimientos de agua también es una tarea de los fontaneros. Es decir, que además de ocuparnos de las conexiones de agua y las tuberías, debemos cuidar la microcuenca de donde viene el agua. El agua es la esencia del servicio de agua.

María: ¿Y qué tenemos que hacer como vecinos para ayudar al cuidado del agua y de los bosques?

Juan: Tenemos que sembrar árboles en las montañas para que los nacimientos se mantengan con suficiente agua. Además, debemos de evitar cortar los árboles innecesariamente.

3. Lo que debemos saber y poner en práctica

El agua que tenemos disponible

El agua es uno de los recursos naturales más abundantes en nuestro planeta, cubre las tres cuartas ($\frac{3}{4}$) partes de su superficie y es indispensable para la vida y el bienestar de la comunidad.

El agua es tan importante que el desarrollo de un municipio o un país no es posible si éste no dispone del agua suficiente para satisfacer la demanda de los hogares, las instituciones, las industrias y los cultivos.



A pesar de la abundancia de agua con que cuenta nuestro planeta, el 97% se encuentra en los mares y es salada, el 2% está congelada en los polos y sólo el 1% está disponible para las actividades humanas. Por eso se dice que el agua es un recurso natural escaso y valioso que hay que cuidar.



¿Qué es el uso racional y eficiente del agua?

El uso racional y eficiente del agua consiste en utilizarla en la forma adecuada y en las cantidades mínimas necesarias dependiendo del uso.

Cuando en una comunidad el agua no alcanza para todos, antes de buscar nuevas fuentes y ampliar el acueducto, debemos pensar en evitar el desperdicio en los hogares, industrias, instituciones, etc. Por ejemplo, controlar las fugas de agua en las tuberías y accesorios, no dejar el chorro abierto por gusto y otras.

Recuerde siempre que la mejor fuente de agua es la que se ahorra, evitando su desperdicio.



El ciclo hidrológico, la cuenca y su protección

¿Qué es el ciclo hidrológico (ciclo del agua)?

El agua circula en forma permanente en la tierra: el sol la evapora desde la superficie del mar, ríos y lagos y la transporta hacia las nubes, desde donde cae nuevamente sobre la superficie de la tierra como agua de lluvia escurriendo hacia ríos y lagos. También penetra dentro de la tierra y recarga los acuíferos, que son las fuentes subterráneas de agua. Este ciclo se repite una y otra vez en la naturaleza, por eso se llama el ciclo del agua o ciclo hidrológico. En Guatemala, la época de lluvia es de 6 meses y en algunos lugares es de 8 meses. Si en ese momento no se recargan las fuentes se pierde la oportunidad y debemos esperar hasta el otro invierno. Producir agua requiere de tiempo.



¿Qué es una cuenca hidrográfica o cuenca?

Una cuenca hidrográfica es el área de captación donde el agua de lluvia cae y escurre hacia un río, un lago, o cualquier otro cuerpo de agua. Es como el tanque de almacenamiento para un acueducto o sistema de agua potable.



¿Por qué es importante la cuenca?

La cuenca es la parte de la superficie terrestre que aporta y regula el agua de los ríos y de las fuentes subterráneas, que son los acuíferos.

Cuando la cuenca está cubierta de vegetación puede almacenar el agua de lluvia y permitir que ésta escurra lentamente hacia los ríos y penetre el suelo. Las hojas que caen al suelo forman un colchón vegetal que absorbe como una esponja el exceso de agua, la retiene por algún tiempo y luego la va drenando poco a poco. De esta forma la vegetación ayuda a regular el caudal de los ríos y se controlan las inundaciones.



Si la cuenca no tiene vegetación, pierde la capacidad de absorber y almacenar el agua de lluvia, la deja escurrir sin control y el agua arrastra los sedimentos del suelo hacia los ríos, lo que causa inundaciones en épocas de invierno y sequías en épocas de verano.



¿Qué es una microcuenca?

La microcuenca es toda el área que rodea un nacimiento de agua, incluidos el suelo, su vegetación, el bosque y el cauce.

¿Qué es una fuente de abastecimiento?

Es la corriente o depósito de agua natural de donde se puede sacar agua para consumo humano. Las fuentes pueden ser: ríos, lagos, presas, pozos, aljibes, tinacos, etc.



¿Por qué deben conservarse las fuentes de agua?

Para que siempre tengan agua de buena calidad y en la cantidad suficiente para cubrir las necesidades de la población.

¿Qué hace un fontanero para proteger las fuentes de agua?

Las fuentes de agua se protegen cuidando la microcuenca. El fontanero puede hacer mucho en este caso. En el cuadro siguiente se enumeran algunas de las tareas que debe realizar el fontanero para proteger las fuentes de agua.

Tabla 1

Tareas para la protección de las fuentes de agua.

Frecuencia	Cada mes
Actividad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observar si hay cambios en las laderas o en el bosque que rodea la fuente. 2. Verificar que las cercas de protección de las fuentes estén en perfecto estado. 3. Observar si hay derrumbes (deslaves) de tierra u otros cambios en el suelo. 4. Identificar descargas de aguas residuales de casas, industrias, rastros, etc. basuras e instalaciones no autorizadas e informar a las autoridades municipales. 5. Actividades mineras. Detectar cambios visibles en la calidad del agua como el color, si está turbia, olores e informar a las autoridades municipales sobre malas prácticas mineras observadas. 6. Si es posible, tomar muestras del agua para análisis de laboratorio. 7. Prevenir incendios. Si encuentra señales de fogones u hogueras humeantes, debe apagarlos completamente. También debe recoger botellas, vidrios u objetos brillantes que puedan concentrar los rayos del sol y causar incendios. Si hay un incendio comuníquese de inmediato con las autoridades y al teléfono 1566 de SIPECIF (Sistema Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales). 8. Verificar si hay nuevas viviendas o actividades humanas en los alrededores de la fuente. 9. Observar si hay señales de aplicación de elementos dañinos para la salud (plagidas, herbicidas, pesticidas) en las fuentes de agua. Recoger los envases o empaques de estos productos abandonados en las orillas de los ríos o fuentes de abastecimiento. 10. Informar a las autoridades sobre cualquier problema que pueda poner en riesgo la salud de los vecinos.

Tabla 1

Tareas para la protección de las fuentes de agua (continuación).

Frecuencia	Cada mes
Actividad	1. Inspeccionar los nuevos árboles sembrados para proteger la fuente.
Acciones	1. Informar a Encargado de la Oficina de Servicios Públicos sobre los resultados de cada inspección o supervisión. 2. Dejar constancia escrita de las actividades en el formato de inspección de la microcuenca. (Anexo 4).
Frecuencia	Cada 6 meses
Actividad	1. Organizar jornadas de siembra de árboles y otras especies nativas en el área de la microcuenca. 2. Promover acciones dentro de la comunidad para la vigilancia y cuidado de la microcuenca.
Acciones	1. Buscar apoyo en los COCODES, funcionarios municipales, escuelas, instituciones y vecinos para proteger las fuentes de agua. 2. Dejar constancia escrita en el formato respectivo.





Módulo

2

Un fontanero eficiente hace
mantenimiento permanente

1. Lo que vamos a aprender sobre operación y mantenimiento del acueducto, alcantarillado y calidad del agua

Vamos a aprender:

- o Qué es calidad del agua.
- o En qué consiste el tratamiento del agua.
- o Qué es el agua potable.
- o Cuáles son los componentes de un sistema de acueducto (sistema de agua potable).
- o Cómo se hace la operación y el mantenimiento del acueducto.
- o Cómo entender un plano, un diagrama y un manual.
- o El mensaje principal es: Si agua vamos a tomar, ¡que sea de calidad!

2. La calidad del agua que se toma en el pueblo es nuestra responsabilidad



Pedro
Encargado de la Oficina de
Servicios Públicos Municipales



Juan
Fontanero

Juan: Cómo le parece Pedro que llevé a mi hijo pequeño al hospital para una vacuna y me dijeron que volviera mañana porque hoy no tienen tiempo. Está lleno de enfermos.

Pedro: Y lo malo es que todos se están deshidratando, es decir, se quedaron sin líquidos en el cuerpo y eso es muy delicado.

Juan: ¿Y por qué será que tenemos tanto enfermo?

Pedro: Yo hablé con la enfermera del puesto de salud y me dijo que tienen mucha diarrea, vómitos y fiebre. ¿Será porque el agua nos está llegando muy sucia y sin tratamiento?

Juan: Puede ser. Solo falta que nos echen la culpa a nosotros. Yo he sabido que esos malestares no siempre se deben a la mala calidad del agua.

Pedro: Pues yo he pensado que tenemos que ver con mucho cuidado cómo estamos haciendo el tratamiento del agua de nuestro pueblo. Hay que ver si el mantenimiento del acueducto se ha cumplido, porque creo que en eso de la aireación y la filtración tenemos problemas.

Juan: Ahora que lo dice, ¿Usted me podría explicar un poquito más de ese tema y de la calidad del agua? Es que cuando yo hago el mantenimiento del acueducto, como es por bombeo, como que veo que hay fallas y no sé qué hacer.

Pedro: Con mucho gusto, Juan. Le voy a recordar algunas cositas que Usted talvez ha olvidado. Con este oficio de fontanero tenemos mucha responsabilidad, para que no se nos enferme el vecindario. Fíjese, lo que le voy diciendo...

3. Lo que debemos saber y poner en práctica

La calidad del agua y su tratamiento

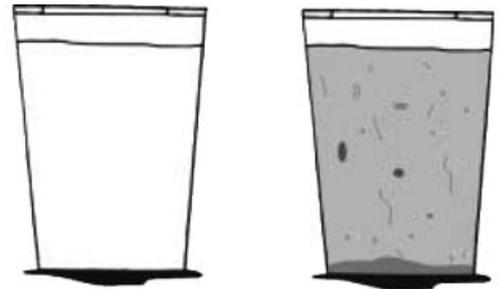
¿Qué es la calidad del agua?

La calidad del agua se define por una serie de propiedades que la hacen adecuada para el consumo humano. El agua tiene características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas.

Características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas

Características físicas:

son las propiedades que se puede tocar, sentir, medir, etc. Por ejemplo: si está turbia, el color, la temperatura, el olor y el sabor. El agua para consumo humano debe ser transparente, sin color (incolora) y sin sedimentos (tierra y basura). Tampoco debe tener sabor ni olor y debe ser fresca al paladar.



Color: es la tonalidad que adquiere el agua debido a la presencia de materia orgánica, producidas por la descomposición de material vegetal, o de sustancias minerales como el hierro y el manganeso.

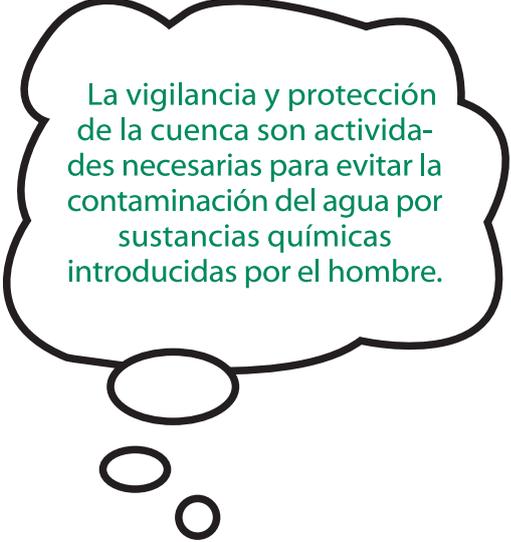
Turbia: el agua turbia se caracteriza por no dejar pasar la luz. Esto se debe a la presencia de partículas sólidas orgánicas (que se pudren) e inorgánicas (las que no se pudren), tan pequeñas que no tienen el peso suficiente para sedimentar por acción de la gravedad, tales como arcillas y bacterias.

Sólidos: muchas sustancias sólidas pueden aparecer en el agua, disolviéndose y cambiando sus características. Los sólidos suspendidos (los que flotan) pueden ser sedimentables, o sea los que se acumulan en el fondo, como las arenas; o no sedimentables como las arcillas que flotan.

Características químicas: son las propiedades que a simple vista no se pueden ver, sentir u oler, pero existen análisis para conocerlas. Es importante conocer las características químicas del agua, para escoger el tratamiento más adecuado.

La alcalinidad, la dureza y el PH son propiedades químicas del agua muy importantes para decidir el tratamiento más adecuado. También deben controlarse para evitar corrosión o acumulación de sarro en las redes y accesorios.

Algunas sustancias químicas que se encuentran en el agua, pueden estar en forma natural como el arsénico, el flúor y el manganeso, o agregadas por actividades del hombre, como los metales pesados y los pesticidas, pueden ser dañinas para la salud humana y deben ser eliminadas antes de utilizarlas.



La vigilancia y protección de la cuenca son actividades necesarias para evitar la contaminación del agua por sustancias químicas introducidas por el hombre.



Características bacteriológicas: estas características están dadas por los microorganismos (hongos, bacterias, etc.) presentes en el agua. Estos no se pueden ver a simple vista. El agua para consumo humano debe estar libre de los microorganismos y parásitos que pueden causar enfermedades como diarrea, cólera, amebiasis, entre otras.

El tratamiento más común para eliminar estos microorganismos es la desinfección con cloro gas o hipoclorito de sodio (cloro líquido) o de calcio (cloro en polvo, granulado o en pastillas). También se pueden eliminar hirviendo el agua durante varios minutos.

No permita que en las fuentes de agua se viertan elementos nocivos para la salud (herbicidas, pesticidas y agroquímicos) o se laven los envases de estos productos, ya que el consumo de esta agua sin tratamiento puede causar envenenamiento.





Cuando el agua es muy clara y no es turbia, se puede desinfectar dejándola al sol, en botellas transparentes de plástico, durante varias horas.

La descarga de aguas residuales domésticas sin tratamiento hace que lleguen a la fuente receptora gran cantidad de microorganismos, que la contaminan.

Es necesario vigilar y proteger la cuenca, para evitar que los habitantes que están ubicados más arriba de la bocatoma descarguen a la fuente, aguas residuales sin el tratamiento adecuado.

Características organolépticas: las características organolépticas se refieren al olor, sabor y percepción visual (color aparente) debido a sustancias y materiales flotantes y/o suspendidos en el agua. Las características organolépticas son la principal razón por la que el consumidor elige un determinado tipo de agua.



¿Qué es el agua potable?

En su estado natural, es posible que el agua no tenga las características necesarias para ser consumida por el hombre, representando un riesgo para la salud. Por eso debe tratarse.

El agua potable es la que cumple los requisitos físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones que señala la Norma Guatemalteca Obligatoria de Agua Potable (COGUANOR NGO 29 001) o la norma que la modifique o sustituya. Esta agua puede ser consumida por la población humana, sin producir efectos negativos a la salud.

¿En qué consiste el tratamiento del agua?

El tratamiento del agua es el proceso para convertir el agua natural a agua potable. Este proceso conlleva una serie de actividades tales como: eliminar lo turbio del agua, la desinfección, etc. (ver Cuadro 1).

En términos simples, el tratamiento del agua consiste en aplicar una serie de barreras y procesos físicos y químicos para retirar, remover e inactivar las sustancias dañinas que ésta contiene.

El tratamiento del agua generalmente se realiza en las plantas potabilizadoras o purificadoras. Allí, mediante procesos físicos, químicos y algunas veces biológicos, se retiran las sustancias que contaminan el agua, para que ésta pueda ser consumida por la población sin peligro de adquirir enfermedades. Para mayor detalle consultar Acuerdo Ministerial No. 1148-09.

Cuadro 1

Proceso y/o reparaciones en el tratamiento de agua.

Barreras y Procesos	Propósito
Rejillas en la toma o bocatoma	Impedir el paso de material flotante como hojarasca, ramas, palos, trapos y plásticos.
Desarenador	Retener sólidos gruesos como arenas y gravas.
Flotación	Remover sustancias menos densas que el agua o insolubles, como aceites o grasas. El método permite que los materiales floten y sean removidos mecánica o manualmente.
Coagulación-floculación	Hacer que las partículas muy pequeñas de arcillas y limos se agrupen, ganen peso y pueda separarse fácilmente del agua por sedimentación. Las partículas agrupadas se denominan flóculos.
Sedimentación	Retirar, por acción de la fuerza de la gravedad, sólidos suspendidos, flóculos (arcillas y limos), huevos de parásitos y bacterias.
Filtración	Retener, para luego remover, sólidos muy finos, bacterias, virus y huevos de parásitos.
Desinfección	Destruir o inactivar los microorganismos que pueden causar enfermedades.
Estabilización	Finalmente ajustar el pH del agua para proteger las redes y accesorios que conducen el agua contra corrosión y depósitos, que se incrustan en las paredes interiores y pueden llegar a taponarlos.

Vocabulario del fontanero

Caudal — Presión

¿Qué es el caudal?

Es el volumen de agua que pasa por los tubos de una red de agua potable o alcantarillado o por uno de sus componentes (ej. toma, desarenador, tuberías, etc.) en un tiempo determinado; por ejemplo: litros por segundo, metros cúbicos por día.

¿Cómo se mide el caudal?

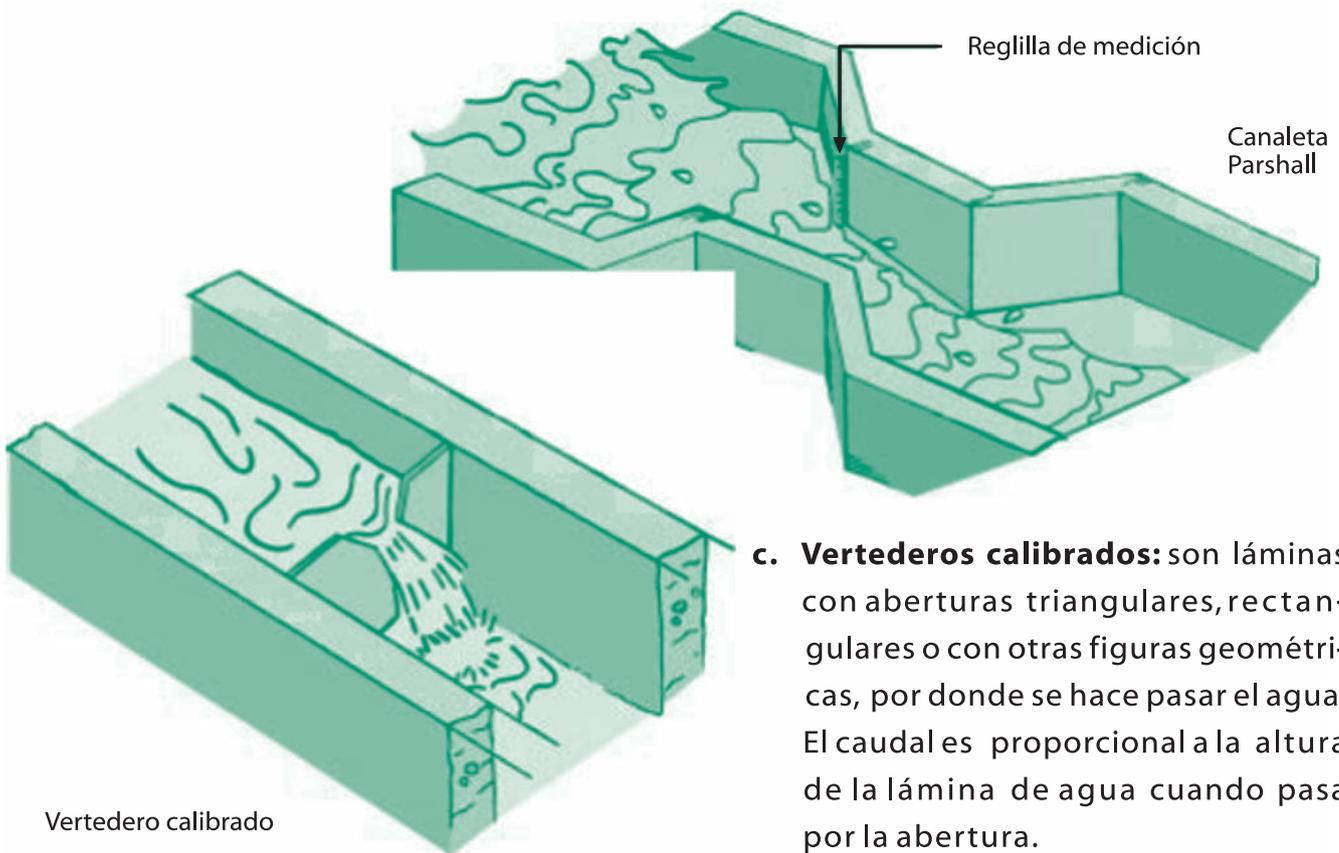
(Ver Anexo 2: Unidades de Medida).

Volumen es una medida que considera el largo, el ancho y el alto
 $V = l \times a \times a$

Existen varios métodos para medir el caudal, según las características del sitio en donde se va a medir y los instrumentos disponibles. Los más comunes son:

- a. **Macro-medidores o medidores de caudal:** son aparatos calibrados, que se instalan en las tuberías y leen directamente el caudal que está pasando por ellas en cada instante.

b. Canales calibrados: son canales construidos especialmente, con medidas fijas, que relacionan el caudal con la altura del agua que pasa por un punto determinado del canal. Algunos se usan también para dar turbulencia al agua y mezclar los químicos utilizados en el tratamiento. El más usado en nuestro país es la canaleta Parshall. Un ejemplo de su uso lo tiene la municipalidad de la Ciudad de Guatemala.



c. Vertederos calibrados: son láminas con aberturas triangulares, rectangulares o con otras figuras geométricas, por donde se hace pasar el agua. El caudal es proporcional a la altura de la lámina de agua cuando pasa por la abertura.

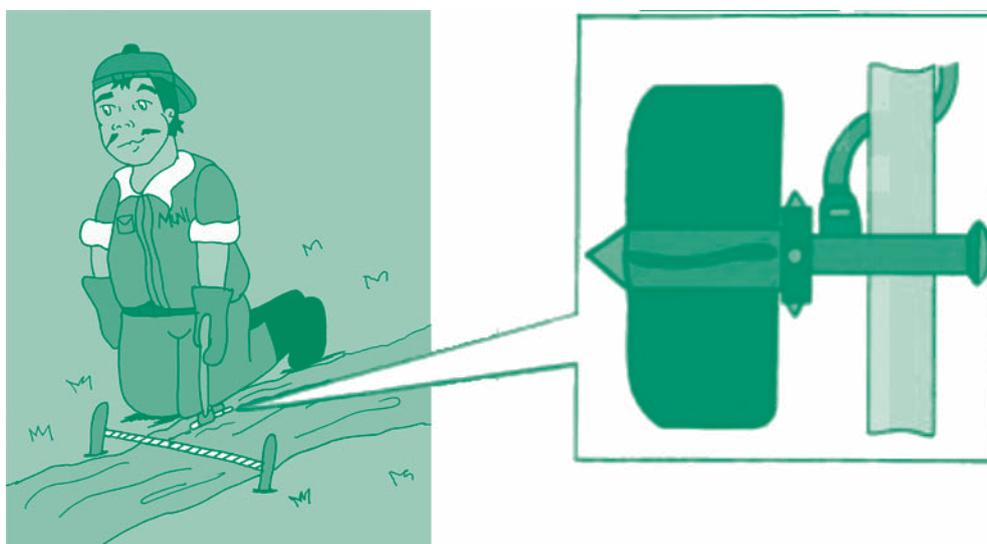
d. Método área - velocidad: se usa en canales abiertos, ríos o quebradas. Para hacer el cálculo del caudal es necesario realizar dos medidas: el área transversal por donde pasa el agua y la velocidad de la corriente.

El área se calcula midiendo con un metro el ancho del río, quebrada o canal y multiplicándolo por la profundidad. Las unidades son metros cuadrados o centímetros cuadrados.

Ejemplo: Cálculo del área de un canal si el ancho es 0.5 metros y la profundidad 0.3 metros.

$$\text{Área} = \text{Largo} \times \text{Ancho} = 0.5 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} = 0.15 \text{ m}^2$$

La velocidad del agua se mide con un cronómetro o molinete, que es una hélice conectada a un registrador y colocada en el extremo de una varilla. Cuando la varilla se sumerge en el agua, la hélice gira impulsada por la velocidad de la corriente y envía señales al registrador. El registrador cuenta el número de vueltas que da la hélice en 30 segundos y las convierte en velocidad del agua, es decir, en unidades de metro por segundo.



El caudal se calcula multiplicando el área por la velocidad. Ejemplo: Si en el caudal anterior la velocidad medida fue de 0.3 metros por segundo (m/s), para calcular el caudal que pasa por el canal, en metros cúbicos por segundo (m³/s) y en litros por segundo (L/s), habría que hacer la siguiente operación:

$$\text{Caudal} = \text{Área (m}^2\text{)} \times \text{Velocidad (m/s)} = \text{m}^3/\text{s} = 0.15 \text{ m}^2 \times 0.3 \text{ m/s} = 0.045 \text{ m}^3/\text{s}$$

Si recordamos que un metro cúbico tiene 1.000 litros, entonces el caudal anterior será igual a 45 litros por segundo (45 L/s). Cuando no se dispone de molinete, la velocidad puede medirse tomando el tiempo que demora en recorrer una distancia conocida, un objeto flotante como una naranja o una botella plástica de gaseosa a medio llenar con agua y tapada, que se coloca dentro de la corriente de agua. El tramo en donde se mide la velocidad debe ser siempre recto.

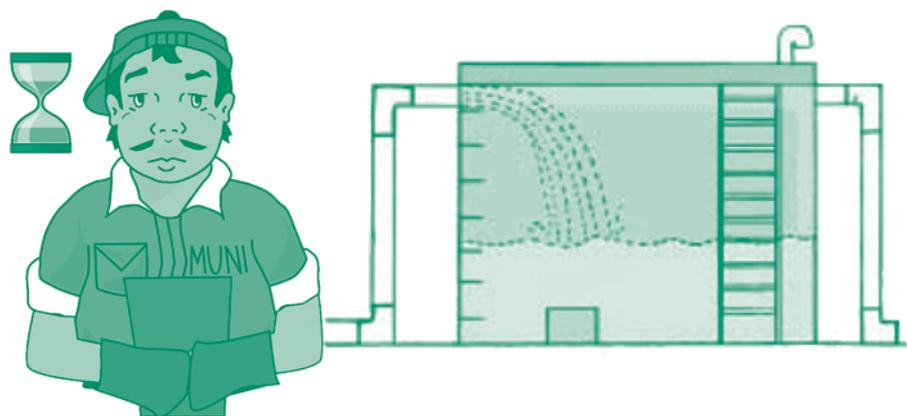


Ejemplo: Cálculo de la velocidad del agua, si una botella que flota en ella se tarda 10 segundos en recorrer una longitud de 5 metros.

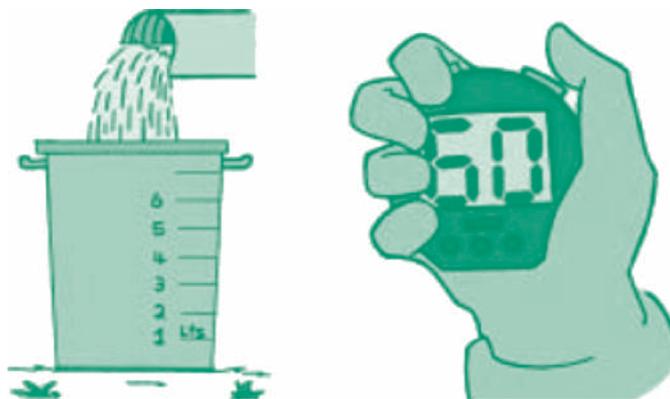
$$\text{Velocidad} = \text{Longitud} / \text{Tiempo} = 5 \text{ metros} / 10 \text{ segundos} = 0.5 \text{ metros/segundo} = 0.5 \text{ m/s.}$$

e. Método volumétrico (el más conocido en el país): cuando los caudales son pequeños y el agua cae libremente, como por ejemplo cuando se llena un tanque por medio de una tubería superior, haga lo siguiente para medir el caudal:

Amigo fontanero: Recuerde que en nuestro país se utiliza el Sistema Internacional de Unidades, consulte en el Anexo 2 sobre las Unidades de Medida y los símbolos apropiados para cada una de ellas.



1. Aliste un cronómetro y una cubeta de 5 galones.



2. Ponga la cubeta debajo del chorro con que se llena el tanque de agua y en el mismo momento ponga a funcionar el cronómetro.
3. Espere a que la cubeta se llene y retírelo del chorro, al mismo tiempo que detiene el cronómetro.
4. Anote el volumen de agua recolectado en la cubeta y el tiempo empleado.
5. Al realizar la operación de dividir el volumen obtenido en galones y el tiempo en segundos que tarda en llenarse, da como resultado el caudal de entrada al tanque.

1 galón = 3.78 litros

Ejemplo: Para medir el caudal que entra a un tanque de almacenamiento se mide con un cronómetro el tiempo que tarde en llenarse una cubeta de 5 galones. La lectura marcada por el cronómetro es de 5 segundos. Para calcular el caudal de entrada al tanque de almacenamiento, hay que hacer la siguiente operación.

$$\text{Caudal} = \text{Volumen llenado} / \text{tiempo empleado} = 5 \text{ galones (18.95 litros)} / 5 \text{ segundos} \\ = 3.79 \text{ litros/segundo} = 4 \text{ L/s.}$$

También se puede medir el caudal que ingresa a un tanque de almacenamiento de la siguiente manera:

1. Mida y anote las medidas del interior del tanque: largo y ancho.

2. Con un metro, marque en una pared interna del tanque 5, 10 y 15 centímetros por encima del nivel del agua.
3. Cierre la válvula de salida del tanque, y cuando esté completamente cerrada espere que el nivel del agua llegue a los primeros 5 centímetros marcados, en ese momento comience a medir el tiempo transcurrido hasta que el agua suba a la marca de 10 centímetros.
4. Anote el tiempo transcurrido, en segundos. Para convertir minutos a segundos multiplique por 60.
5. Después de medir el tiempo, no olvide abrir la válvula de salida del tanque.

El cálculo del caudal se debe hacer de la siguiente manera:

1. Calcule el volumen de agua que entró al tanque (en metros cúbicos) multiplicando el largo del tanque en metros por el ancho del tanque en metros por 0.05m. Multiplique el valor por mil (1,000) para obtener el volumen en litros.

$$\text{Volumen (litros)} = \text{Largo (m)} \times \text{Ancho (m)} \times 0.05$$

2. Calcule el caudal dividiendo el volumen calculado por el tiempo registrado en el cronómetro.

$$\text{Caudal L/s (Q)} = \frac{\text{Largo (m)} \times \text{Ancho (m)} \times 0.05 \text{ (m)} \times 1,000}{\text{Tiempo en segundos (s)}}$$

Ejemplo: Cálculo del caudal del agua que entra a un tanque de 10 metros de largo por 8 de ancho, si para subir un nivel de 5 centímetros se tardó 10 minutos.

$$\text{Volumen del agua} = 10 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} = 4 \text{ m}^3$$

$$\text{Caudal} = \text{Volumen/Tiempo} = 4 \text{ m}^3/10 \text{ min} = 0.4 \text{ m}^3/\text{min}$$

Si recordamos que un metro cúbico tiene 1,000 litros y un minuto tiene 60 segundos, entonces, $0.4 \text{ m}^3/\text{min} = 0.4 \times 1,000 \text{ litros} / 60 \times 10 \text{ seg.} = 6.66 \text{ litros por segundo.}$

¿Qué es la presión?

La presión es la fuerza que ejerce el agua sobre las paredes internas de las tuberías y elementos del acueducto.



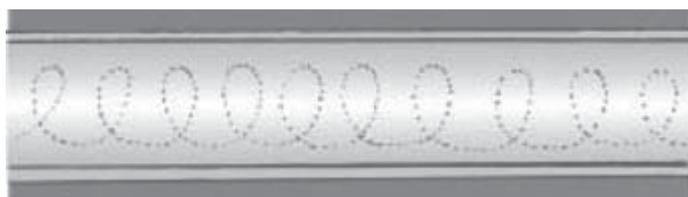
Dependiendo de la presión que el agua tenga dentro de la tubería, el líquido podrá subir por encima del nivel de la tubería, sin necesidad de ayuda adicional. Por eso la presión se expresa comúnmente en metros de columna de agua.

Para mantener una buena presión en el sistema de acueducto, las tuberías deben estar llenas de agua, no debe haber tuberías rotas ni fugas en las uniones, ni tampoco fugas a través de las válvulas u otros accesorios. Es recomendable que el circuito de tuberías este cerrado.

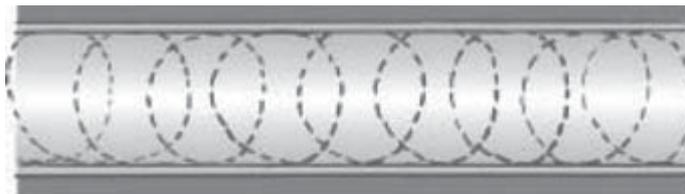
También es necesario que existan salidas para los sedimentos acumulados en el fondo de las tuberías y para dejar escapar las bolsas de aire que se forman dentro del sistema cuando hay bajas momentáneas de la presión.

Amigo fontanero: Recuerde que en un sistema de acueducto se manejan diversos conceptos de presión y usted necesita entender cuál es su significado. Esto le ayudará a desempeñar mejor sus labores.

Presión mínima: es aquella que le permite al agua llegar a todos los usuarios del servicio. No debe ser menor de 10 metros de columna de agua. Eso significa que en las casas el agua que llega del acueducto debe subir, sin ayuda de bombas, por lo menos una altura de 10 metros, es decir, puede llegar por sí sola al tanque instalado encima del techo de una casa de tres pisos.



Presión máxima: es la máxima presión que pueden resistir las tuberías y los accesorios como válvulas, empaques y uniones, sin que sufran deterioro. Es una especificación que establece el fabricante y depende de la resistencia de los materiales de las tuberías y accesorios. Sin embargo, la presión no debe ser mayor de 60 metros de columna de agua (60 m.c.a.).



Presión estática: es la que ejerce el agua sobre las tuberías y accesorios cuando no hay consumo. Se presenta sobre todo en las horas de la noche o cuando se aíslan tramos de tuberías. Cuando las presiones estáticas son elevadas, hay mayores pérdidas en el sistema a través de las fugas, filtraciones y roturas no reparadas.



Presión de servicio: es la presión que se presenta en las redes, cuando por ellas fluye el caudal de diseño del sistema. Es menor que la presión estática.



Diagramas del sistema de acueducto y alcantarillado

¿Qué es un diagrama?

Un diagrama es un dibujo sencillo, hecho a mano alzada, mediante el cual se representa el acueducto de una localidad o una parte del mismo, sin tener en cuenta las dimensiones reales ni las distancias. Los diagramas se dibujan en el terreno y ayudan a describir los elementos del sistema de acueducto y alcantarillado.

Señor fontanero: ¿Por qué es importante que Usted sepa hacer diagramas?

- o Porque se requieren para el catastro de redes.
- o También son de utilidad para localizar daños y fugas en las redes.
- o Sirven como soporte para elaborar la lista de materiales necesarios para hacer un cambio, prolongación o reparación de redes y cuando se van a instalar nuevas acometidas domiciliarias.

¿Qué es un símbolo?

Es una forma utilizada para simplificar la representación de los elementos y accesorios de un acueducto y alcantarillado en un diagrama.

¿Por qué debe el fontanero familiarizarse con estos símbolos y memorizarlos?

- o Es indispensable que los conozca muy bien.
- o Le resultarán muy útiles para determinar los materiales y accesorios que requiere para su trabajo.
- o Los diagramas, hechos en terreno, son la base para que los dibujantes elaboren los planos del sistema, que son dibujos hechos a escala y en tinta.

Cuadro 2

Principales símbolos utilizados en los diagramas y planos del acueducto.

Símbolo	Elemento
Area verde	
Borde de acera	
Cerca de alambres de púas	
Codo	
Cruz	
Depósito regulador	
Diámetro	
Divisoria de servicio	
Divisoria de presión	
Hidrante de caja	
Hidrante de torre	
Perímetro de servicio	
Poste tendido eléctrico	
Purga	
Red construida	
Red por retirar	
Red proyectada	
Reducción	
Registro sanitario	
Salida	
Silla	
Tapón	
Tee	
Válvula	
Válvula reductora	
Ventosa	

Cuadro 3

Principales abreviaturas utilizadas en los diagramas y planos de acueducto.

Elemento	Abreviatura	Accesorios	Abreviatura	Accesorios	Abreviatura
Asbesto cemento	AC	Silleta	SI	Codo	C
Cobre	CU	Abrazadera	AB	Purga	PUR
Hierro galvanizado	HG	Yee	YE	Tee	TE
Polivinilo de Cloruro	PVC	Reductor	RE	Válvula	V
Tubo de concreto	TC	Copla	CO	Tapones	TA

¿Qué es un plano?

Un plano es una representación gráfica en donde cada uno de los elementos ilustrados guarda proporciones similares a las que tienen en realidad.

Esto significa que, según la escala escogida, un centímetro en el plano representa una longitud real.

Por ejemplo, un plano 1:10,000 indica que un centímetro en el plano, equivale a 10,000 cm en terreno, esto es a 100 metros.

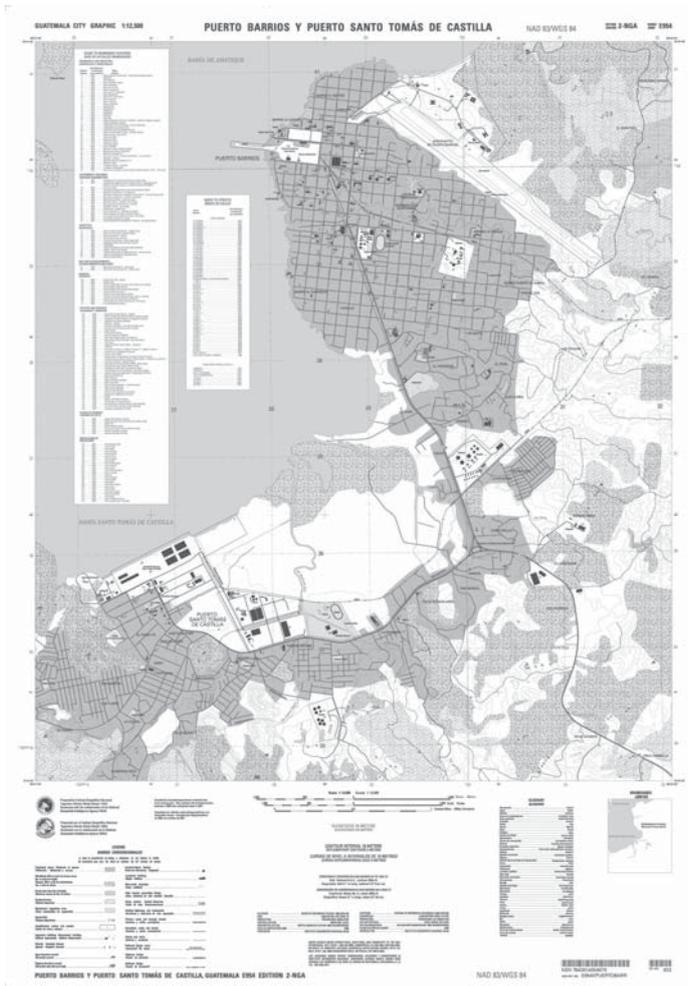
¿Para qué sirven los planos?

- o En los planos se especifican los diámetros, los materiales y longitudes de las tuberías y accesorios.
- o También se especifica la ubicación de plantas de tratamiento y las cotas o alturas del terreno.

¿Qué es un plano maestro?

Es un plano a la escala apropiada, que proporciona desde lo alto, una visión integral de las redes de acueducto existentes en el municipio o zona rural.

Amigo fontanero: Lo invitamos a que haga muchos ejercicios de lectura de planos. Así logrará destreza suficiente para reconocer e interpretar los planos del acueducto o alcantarillado.



¿Qué es un plano zonal?

Es una ampliación de una zona específica del plano maestro. Para obtener un plano zonal se divide el plano maestro en cuadrículas, que son las zonas. Las zonas se identifican con una letra o número. El plano zonal es una ampliación de la cuadrícula correspondiente.

¿Qué es un manual?



Un manual es un documento escrito, que contiene las instrucciones precisas sobre la forma de realizar sencilla y correctamente las labores de operación, instalación, reparación y mantenimiento de las redes o equipos electromecánicos.

El fontanero que utiliza e interpreta los planos y manuales, podrá actuar correctamente en sus labores de rutina y durante las emergencias, garantizando la continuidad y calidad del servicio de acueducto.

Lista de materiales y presupuesto



Cuando se va a realizar una obra o reparación del acueducto hay que consultar el plano respectivo y determinar los elementos y materiales necesarios para su ejecución.

La consulta del plano nos ayuda a determinar los elementos y materiales necesarios para su ejecución.

Una vez identificados los elementos requeridos, el fontanero debe:

- o Hacer una lista de los materiales.
- o Definir las cantidades y costos de éstos.
- o Incluir el transporte o flete.
- o Calcular el tiempo necesario para la reparación, construcción o ampliación del sistema.

Así se obtiene el presupuesto de la obra respectiva.

¿Qué tiene que hacer el fontanero para elaborar el presupuesto?

1. Determinar los materiales y las cantidades necesarias: tuberías y accesorios, con ayuda del plano.
2. Elaborar una lista de materiales.
3. Cotizar con varios proveedores (ventas de materiales de construcción, ferreterías, etc).
4. Definir con el transportista el valor del transporte, de ser necesario.

Ejemplo de presupuesto para reparación de fuga en tubería de HG de 4":

Elementos necesarios	Unidad	Cantidad	Valor por unidad	Valor total (Quetzales)
Niple 50 cm D= 4"	Unidad	1	228.25	228.25
Universal 4"	Unidad	1	100.15	100.15
Transporte				200.00
TOTAL				528.40

Ejemplo de presupuesto para construir una prolongación de red de distribución en tubería de 2", para tres acometidas domiciliarias:

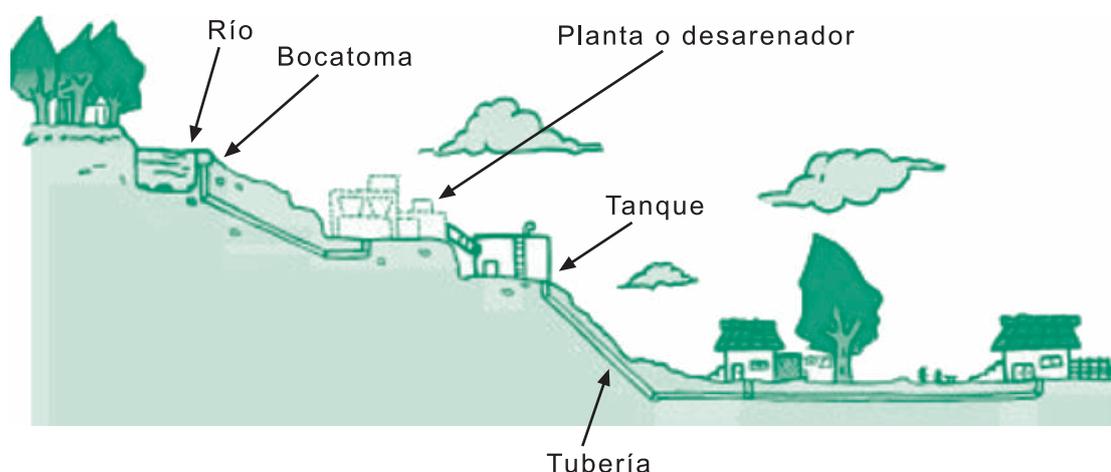
Elementos necesarios	Unidad	Cantidad	Valor por unidad	Valor total (Quetzales)
Tee reducida 3" x 2"	Unidad	1	107.80	107.80
Tubería PVC 1" Presión (160)	Metros	75 13 Unid. de 6 m	23.33 Unid. x 6 m	303.29
Reductor campana 2" x 1/2"	Unidad	3	73.04	219.12

Elementos necesarios	Unidad	Cantidad	Valor por unidad (Quetzales)	Valor total (Quetzales)
Unión 2"	Unidad	3	17.66	52.98
Universal 2"	Unidad	6	52.85	317.10
Tubería PVC ½" RD 9	Metros	15 (3 Unid. de 6 m)	14.71 Unid. x 6 m	44.13
Medidores ½"	Unidad	3	286.00	858.00
Llaves de paso ½"	Unidad	3	55.00	165.00
Transporte				00.00
Total				1,437.21

El sistema de acueducto

¿Qué es un acueducto?

Un acueducto es el conjunto de instalaciones y equipos utilizados para abastecer de agua a una población en forma continua, en cantidad suficiente y con la calidad y presión necesarias para garantizar un servicio adecuado a todos los usuarios.



¿Cuáles son los requisitos para que sea un acueducto?

Los requisitos son:

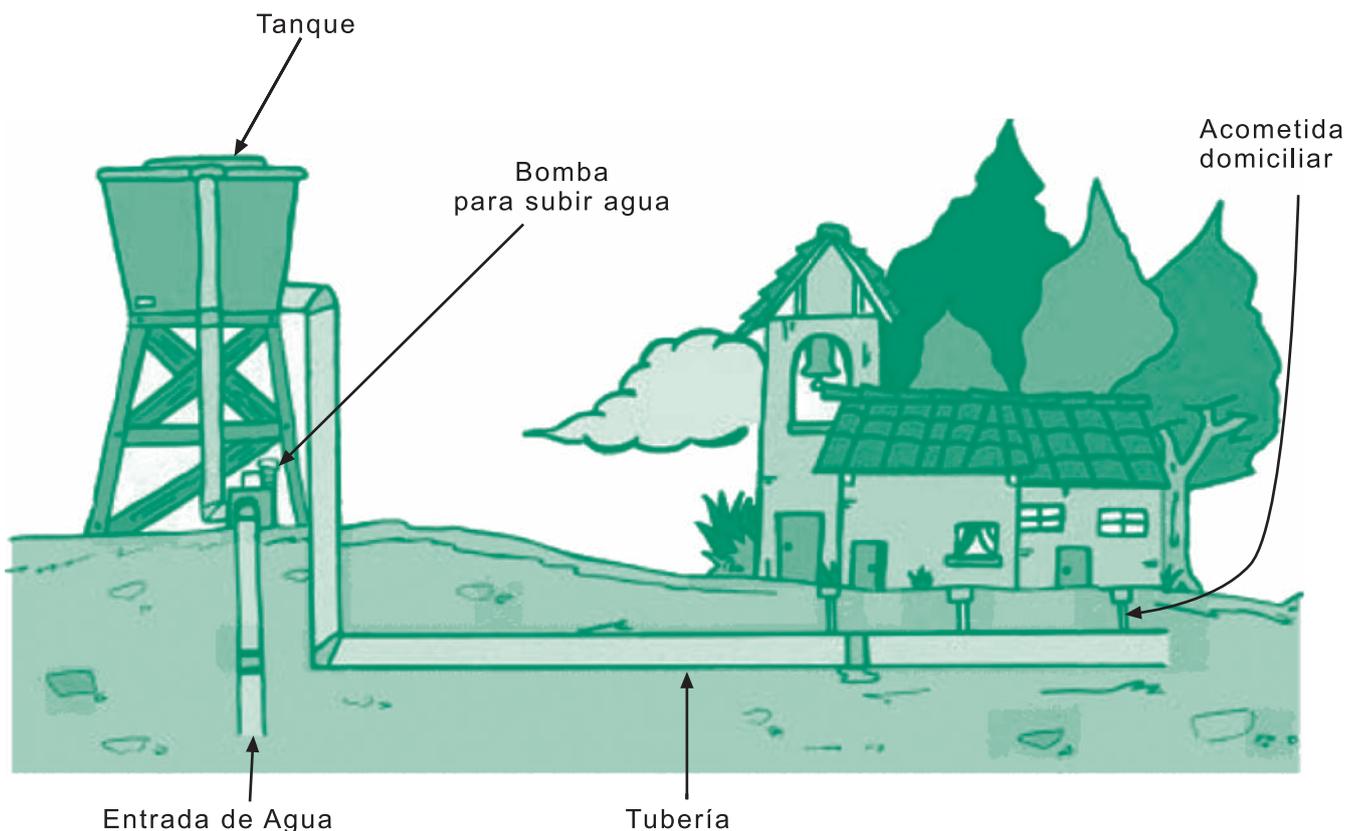
- o El sistema debe suministrar agua potable.
- o Debe entregar el agua a los usuarios o viviendas mediante conexión domiciliaria o llenacántaros.

¿Cuántas clases de acueducto existen?

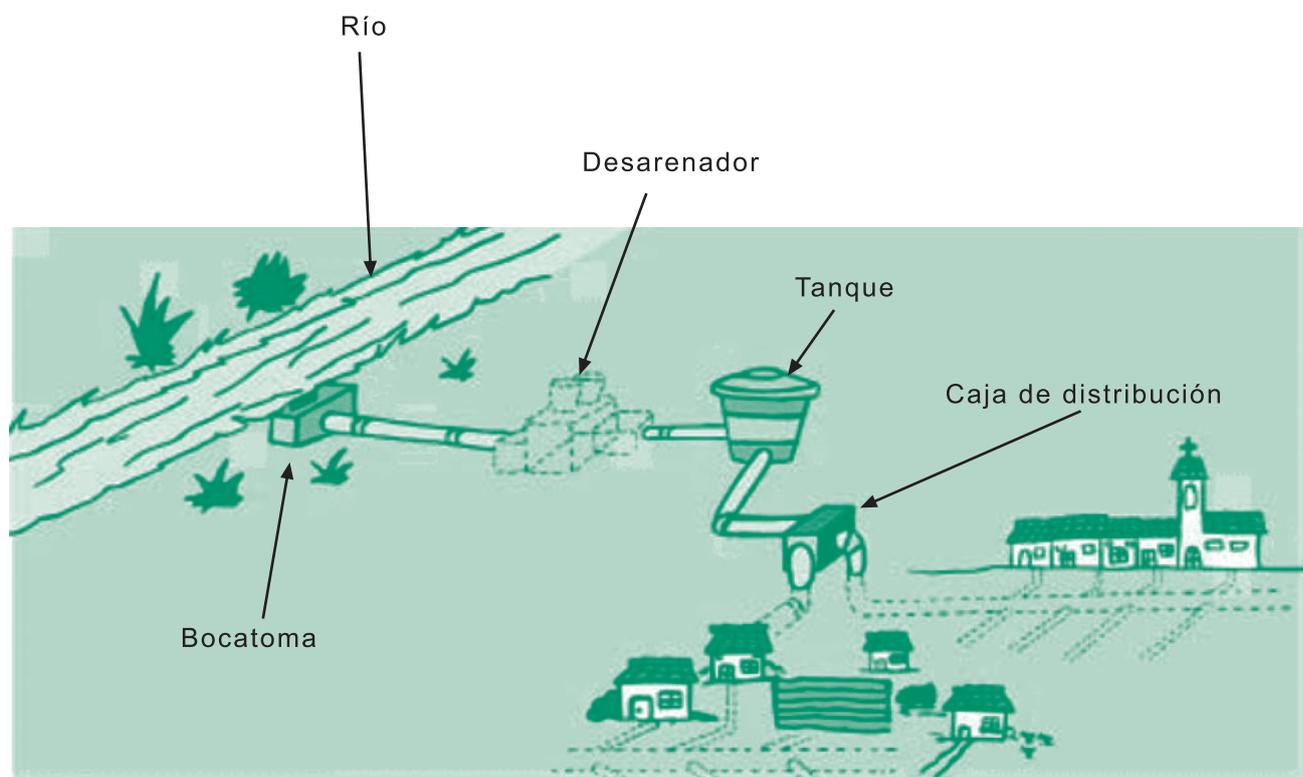
Según la topografía del terreno y la diferencia de altura entre el sitio de donde se toma el agua y la comunidad que la va a consumir, en Guatemala podemos distinguir principalmente dos clases de acueductos:

- o Acueductos por gravedad: es cuando se aprovecha la topografía del terreno para llevar el agua por gravedad desde la toma o bocatoma, localizada en tierras altas, hasta las viviendas, que se encuentran a una altura menor.
- o Acueductos por bombeo: emplean equipos de bombeo para elevar el agua desde la captación hasta la planta de tratamiento y de ahí hasta el tanque de almacenamiento.

Desde el tanque elevado, el agua llega a las viviendas por gravedad.



Esquemas generales de acueducto



Componentes del sistema de acueducto

Los elementos que conforman un sistema de acueducto son diez (10) y se definen a continuación:

- o **Microcuenca:** es el área que rodea un nacimiento de agua, incluyendo el suelo con su vegetación, el bosque y el cauce.
- o **Fuente:** depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.
- o **Captación:** conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento. Cuando la fuente de abastecimiento es superficial, la captación se llama toma o bocatoma.
- o **Desarenador:** tanque destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están flotando en el agua, mediante un proceso de sedimentación.
- o **Conducción:** componente a través del cual se transporta el agua potable desde la planta de tratamiento hasta el tanque de almacenamiento, o directamente hasta la red de distribución.
- o **Planta de tratamiento:** es el conjunto de estructuras, obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que requiere el tratamiento de potabilización o purificación del agua. La planta de tratamiento se debe ver como una industria, que utiliza como materia prima principal el agua cruda y cuyo producto final es el agua potable.
- o **Tanque de almacenamiento o distribución:** es una estructura cuya función básica es almacenar agua. El tanque de almacenamiento es útil para compensar las variaciones de consumo en el día, mantener y compensar las presiones en la red, así como para almacenar cierta cantidad de agua, que permita atender situaciones de emergencia como incendios o interrupciones provocadas por daños del acueducto aguas arriba del tanque.
- o **Red de distribución:** es un conjunto de tuberías y accesorios que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento hasta los puntos de consumo.
- o **Acometida domiciliaria:** es la derivación de la red de distribución que llega hasta el registro (de corte) de un usuario.
- o **Micromedidor (medidor o contador):** es el aparato que mide la cantidad de agua consumida por el usuario del acueducto en un determinado tiempo, que por lo general es de un mes.

¿Qué es la operación y el mantenimiento del sistema de acueducto?

La operación del sistema de acueducto comprende todas las actividades que realiza el fontanero para garantizar el buen funcionamiento del sistema de acueducto y hacer que el agua llegue a las casas de los usuarios.

El mantenimiento comprende todas las actividades que hace el fontanero para que los equipos, las estructuras, los accesorios y las redes estén siempre en buen estado. Existen dos clases de mantenimiento:

Mantenimiento preventivo: son las actividades realizadas para:

- o Que todos los elementos del sistema de acueducto funcionen diariamente.
- o Que el servicio se dé a los usuarios sin interrupciones mayores.
- o Se puedan atender las emergencias que se presenten.



Reparación de fuga

Mantenimiento correctivo: se hace para reparar fallas que no son previsibles. El fontanero debe tener en cuenta que:

- o Cuando se presenta un daño, hay que repararlo en el menor tiempo posible.
- o Por lo general, el daño causa la interrupción normal del suministro de agua y el deterioro del sistema de acueducto.
- o Si no se repara oportunamente, no solamente el daño se hace mayor, sino que puede poner en riesgo la estabilidad de las vías y las viviendas.

¿A quién le corresponde operar y mantener el sistema de acueducto en el municipio?

Todo acueducto debe contar con una persona capacitada, bien sea hombre o mujer, responsable de las actividades de operación y mantenimiento. Esta persona es el FONTANERO, quien para desempeñar sus labores, debe recibir el apoyo del Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales, quien administra el acueducto, y de los usuarios.



(Ver Anexo 1: Herramientas para operación y mantenimiento del acueducto. Anexo 4: Formatos de control: Formato de reporte de mantenimiento de componentes del sistema de acueducto).

¿Cómo demuestra el fontanero que ha realizado bien sus actividades?

El fontanero siempre debe dejar constancia escrita de lo que hace diariamente para operar el acueducto y para reparar los daños que se presenten.

Para llevar un control de las actividades de mantenimiento del sistema se deben usar los formatos que se muestran en las tablas 2 y 3. (Ver Anexo 4: Formato de reparación de daños).

Tabla 2

Formato de control de actividades de mantenimiento correctivo.

Fecha	Actividad realizada/ daño reparado	Causa	Localización	Materiales y repuestos utilizados

Tabla 3

Formato de control de actividades de mantenimiento preventivo.

Fecha	Mantenimiento realizado	Materiales y repuestos utilizados
	Limpieza de la toma o bocatomá	
	Recorrido de las tuberías de conducción	
	Revisión de válvulas y accesorios	
	Lavado de desarenador	
	Lavado de tanque	
	Evacuación de aire por las ventosas y válvulas	
	Limpieza de lodos acumulados en tuberías	

¿Qué actividades de operación y mantenimiento realiza el fontanero en el acueducto?

El fontanero debe operar y mantener adecuadamente cada uno de los elementos del sistema de acueducto, desde la microcuenca hasta los medidores instalados para medir el consumo en las casas.

Para realizar bien su trabajo el fontanero debe coordinar sus actividades con el Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales y debe conocer y saber:

- o Interpretar los planos generales y detallados del sistema, manuales de los equipos instalados, manuales de operación y mantenimiento del acueducto.
- o Debe contar con las herramientas necesarias.
- o Y debe conocer las prácticas de seguridad en el trabajo.

El sistema de alcantarillado

¿Que es un alcantarillado?

El alcantarillado es el conjunto de instalaciones y equipos utilizados para recoger y trasladar las aguas residuales (negras, grises e industriales) y en algunos casos aguas de lluvia. Se recomienda recolectar las aguas de lluvia separadas de las domésticas (alcantarillado sanitario separado del alcantarillado pluvial). Con este sistema se reduce el volumen de las aguas, permitiendo disponer por separado del agua de lluvia y tratar por otro, las aguas residuales.

¿Qué son las aguas residuales o servidas?

Las aguas residuales o servidas son las que ya han sido utilizadas en la industria, viviendas o demás actividades humanas, tales como:

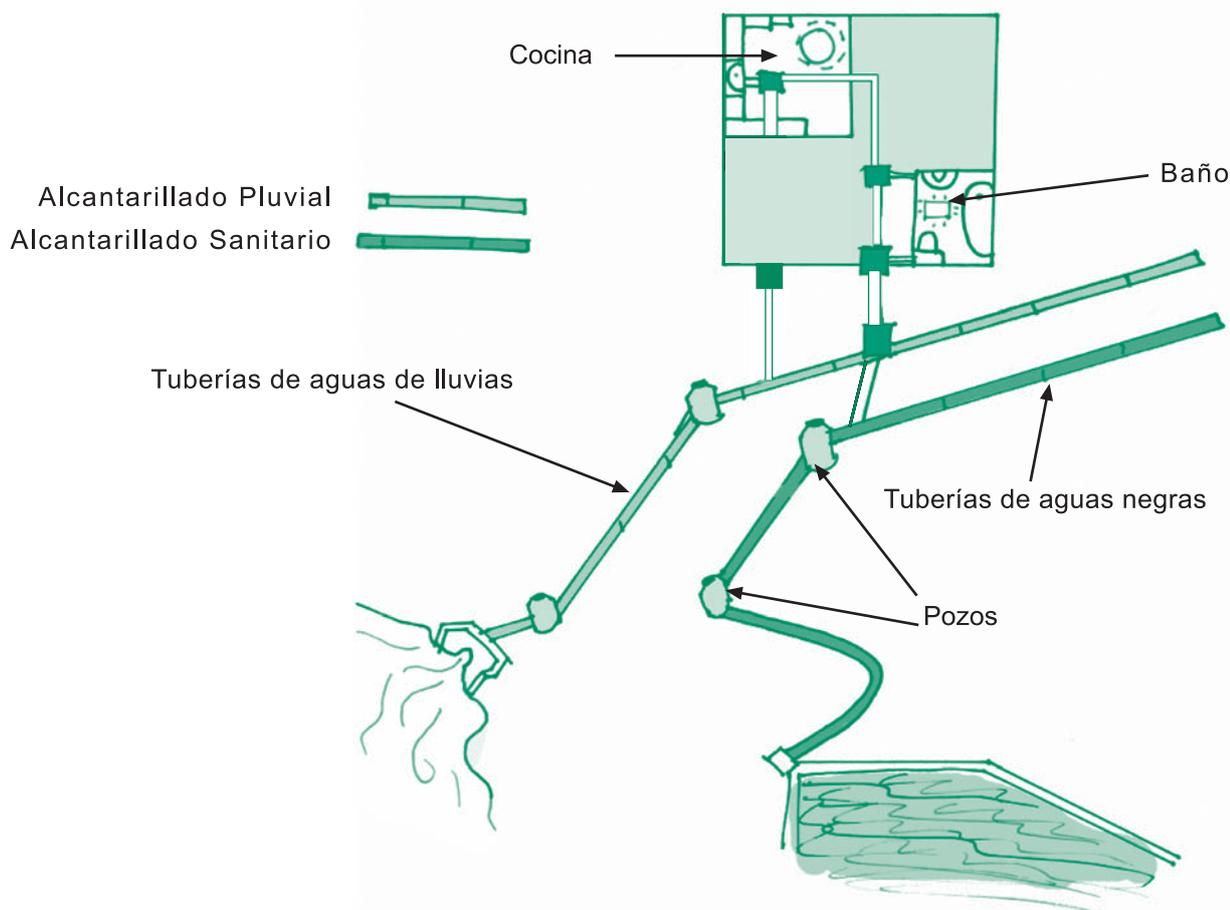
- o Aseo personal
- o Descargas de sanitarios
- o Lavado de ropa y utensilios de cocina
- o Agua de nixtamal y rastros
- o Agua de la industria y de instituciones

Debido a que estas aguas ya han sido utilizadas para realizar alguna tarea, se encuentran contaminadas por:

- o Restos de comida
- o Excretas humanas y de animales
- o Jabones y detergentes
- o Residuos de productos químicos como plaguicidas
- o Metales pesados
- o Otros

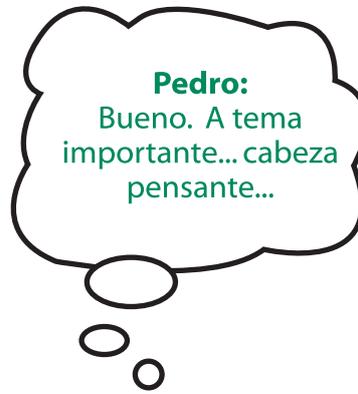
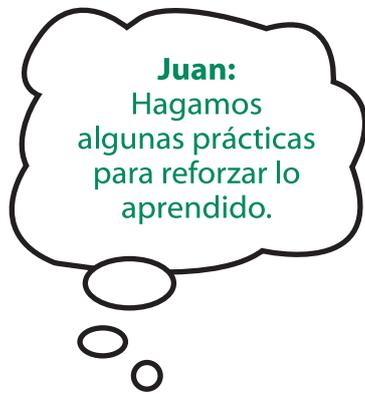
Componentes del sistema de alcantarillado

- o Conexiones domiciliar: tuberías laterales que conducen las descargas desde la caja de registro hasta las tuberías recolectoras.
- o Red de recolección/colectora: es un conjunto de tuberías, pozos de visita y accesorios que conducen las aguas residuales a la planta de tratamiento.
- o Planta de tratamiento: es el conjunto de estructuras, obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que requiere el tratamiento de las aguas residuales. El sistema de tratamiento de aguas residuales comprende cuatro diferentes niveles de clarificación: preliminar, primario, secundario y terciario.



Red de Servicio de Alcantarillado

4. Para estar seguros de lo que aprendimos



Actividad 1

Busque el Plano del Acueducto y Alcantarillado donde Usted trabaja. Revise que tenga los datos del cuadro que aparece a continuación. Coloque una equis (x) a los que tengan la información. Si falta alguno de ellos, ponga un punto rojo en el mismo cuadro.

En los planos se especifican:

Elemento	Equis (x)	* Punto rojo
Los diámetros		
Los materiales		
Las longitudes de las tuberías		
Los accesorios y sus características		
La ubicación de las estructuras (toma o bocatomas, desarenadores, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento)		
Las cotas o alturas del terreno.		

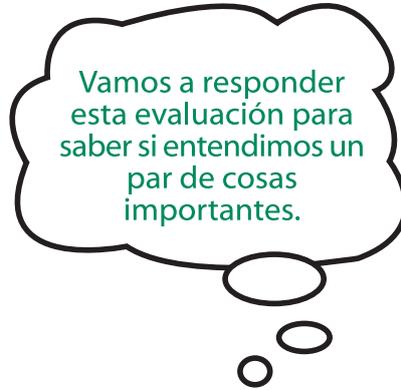
Complete la información en su plano para que le sirva después.

Actividad 2

Revise la tabla que se presenta a continuación y señale cuáles actividades de mantenimiento preventivo ha realizado Usted en el último mes de trabajo. Si le falta alguna de ellas, ponga Usted mismo la nueva fecha en la cual la va a realizar.

Mantenimiento realizado	Nueva fecha
Limpieza de la toma o bocatoma	
Recorrido de las tuberías de conducción	
Revisión de válvulas y accesorios	
Lavado de desarenador	
Lavado de tanque	
Lavado de la red mediante purga de hidrantes	
Evacuación de aire por las ventosas	
Purga de lodos acumulados en tuberías	

5. ¿Qué tanto aprendimos?



1. En la siguiente tabla marque con una equis (x) si el mantenimiento que se indica es preventivo o correctivo.

Mantenimiento realizado	Correctivo	Preventivo
a. Limpieza de la toma o bocatoma		
b. Recorrido de las tuberías de conducción		
c. Reparación de una tubería rota		
d. Revisión de válvulas y accesorios		
e. Lavado de desarenador		
f. Desagüe de tanque rebosado o rebalsado		
g. Lavado de tanque		
h. Remoción de derrumbe		

Revise en su hoja de respuestas y si encuentra errores, siga las instrucciones que se le dan allí.

2. Señale sobre la línea la respuesta correcta con una equis (x)

La calidad del agua depende:

- a. Del gobierno nacional _____
- b. De sus características físicas, químicas y bacteriológicas _____
- c. De las motobombas _____

3. Señale al frente de cada afirmación con una V si es verdadera o con una F si es falsa:

El mantenimiento preventivo es:

- a. El qué se hace para que todos los elementos del acueducto funcionen diariamente _____
- b. El qué se hace cuando se presenta un daño _____
- c. El qué se programa de acuerdo a las necesidades de la Comunidad _____

4. Los cuatro métodos que Usted conoce para medir el caudal son: (escriba el nombre del método sobre la línea):

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____

5. Enumere algunos tipos de aguas residuales (aguas producto de la actividad humana).

- a. _____
- b. _____
- c. _____

6. Hoja de respuestas

Para que pueda estar seguro de si sus respuestas fueron correctas, aquí las encuentra. Mire cuidadosamente cómo respondió usted y si no está bien la respuesta vuelva a estudiar el tema como se le indica aquí.

Respuesta a la pregunta 1.

Mantenimiento realizado	Correctivo	Preventivo
a. Limpieza de la toma o bocatoma		X
b. Recorrido de las tuberías de conducción		X
c. Reparación de una tubería rota	X	
d. Revisión de válvulas y accesorios		X
e. Lavado de desarenador		X
f. Desagüe de tanque rebosado o rebalsado	X	
g. Lavado de tanque		X
h. Remoción de derrumbe	X	

Si ha cometido errores, lea de nuevo el título: ¿Qué son la operación y el mantenimiento del sistema de acueducto?

Respuesta a la pregunta 2.

b. De sus características físicas, químicas y bacteriológicas.

Lea en el título: Características químicas y bacteriológicas del agua.

Respuesta a la pregunta 3.

- a. V
- b. F
- c. F

Para verificar sus respuestas, lea en el título: ¿Qué son la operación y el mantenimiento del sistema de acueducto?

Respuesta a la pregunta 4.

- a. Macro-medidores
- b. Canales calibrados

- c. Vertederos calibrados
- d. Método área-velocidad

Para verificar sus respuestas, lea en el título: Conceptos fundamentales.
¿Cómo se mide el caudal?

Respuesta a la pregunta 5.

- a. Aseo personal
- b. Descargas de aguas negras
- c. Lavado de ropa y utensilios de cocina
- d. Agua de nixtamal
- e. Aguas usadas de industrias e instituciones



FELICITACIONES **Juan.**
por todo lo que
aprendió sobre el
acueducto,
alcantarillado y la
calidad del agua. Siga
con ese entusiasmo...



Gracias **Pedro.** Aprendí
mucho. Sobre todo
esas fórmulas tan
difíciles para medir el
caudal y lo de la
calidad del agua para
que los vecinos no nos
enfermemos...

AMIGO FONTANERO. Como vamos, vamos bien.
Si se asegura la calidad del agua con un buen tratamiento
y el mantenimiento del acueducto, todo será bienestar y
salud para la comunidad.

Que todos podamos decir: SI AGUA VAMOS A TOMAR,
QUE SEA DE CALIDAD...

The background features a light green illustration. In the upper left, a woman with long hair and a floral necklace is shown. In the lower left, a child wearing a traditional cap and a sash is depicted. The overall style is simple and illustrative.

Módulo

3

Captación y conducción
requieren nuestra atención

1. Lo que vamos a aprender los fontaneros sobre el mantenimiento preventivo de las fuentes de agua, la toma o bocatoma, el tanque de captación, el desarenador y las tuberías de conducción

Lo que vamos a aprender:

- o Comprender las diferentes maneras por medio de las cuales podemos captar el agua.
- o A planear y realizar las actividades para el mantenimiento preventivo de las fuentes de agua, la toma o bocatoma, el desarenador y las líneas de conducción.
- o El mensaje principal es: El fontanero que hace bien su oficio, presta un buen servicio.

2. Conversando sobre nuestro acueducto



Pedro
Encargado de la Oficina de
Servicios Públicos Municipales



María
Vecina



Juan
Fontanero

Pedro: Buenos días, María, ¿cómo amaneció?

María: Pues más o menos, Pedro. ¿No ve que estamos sin agua? Y hablando de agua, ahí veo venir a Juan.

Juan: Buenos días a todos. Claro que no son tan buenos con el problema que tenemos con el agua y si no tenemos cuidado va a durar varios días. Cómo les parece que anoche, con el aguacero, se vino un derrumbe en la bocatoma, y para acabar de agravar la situación, las rejillas están llenas de plásticos, hojas y trapos, razón por la cual la bocatoma se tapó y el sistema de acueducto se encuentra fuera de servicio.

María: Eso no es de extrañar, yo he visto que a la comunidad nos falta mucha responsabilidad, pues no cuidamos nuestras fuentes de agua, tálamos los árboles y la demás vegetación que protege las laderas de las fuentes.

Pedro: Juan, entonces organicemos los trabajos de reparación. Por favor reuna a sus ayudantes para ir a la bocatoma. También hay que pedir ayuda a un grupo de vecinos para que colaboren en la solución de este problema.

Juan: ¡¡¡Claro que sí Pedro!!!. Y además me parece muy importante que todos conozcamos la cuenca, la bocatoma, el desarenador y los demás elementos que tiene el acueducto.

María: Pues mientras ustedes arreglan otras cosas, yo voy a ir a avisarles a los vecinos. Les pido un permisito y hasta luego.

Pedro: Pues Juan, como veníamos diciendo podemos aprovechar la ida hasta allá y motivarlos a todos para que aprendan lo importante que es darle un buen mantenimiento y operación al acueducto. Además, es importante hacerles conciencia sobre su pago mensual por el servicio de agua que sirve para estas cosas y el mantenimiento regular.

Juan: A propósito, Usted me había comentado que tenía una cartilla muy interesante sobre estos temas.

Pedro: Sí señor. Ahora mismo la estoy estudiando y puedo de una vez compartirla con Usted.

3. Lo que debemos saber y poner en práctica

Toma o bocatoma

¿Qué elementos componen una toma o bocatoma o estructura de captación?

Los elementos que componen una toma o bocatoma son, por lo general:

- o Canales de derivación (secundarios o ramales)
- o Compuertas
- o Rejillas
- o Equipos de bombeo y válvulas

Los equipos de bombeo se utilizan cuando es necesario impulsar el agua desde un punto bajo hacia una planta de tratamiento o tanque de almacenamiento, localizados a mayor altura.

Tipos de toma o bocatoma

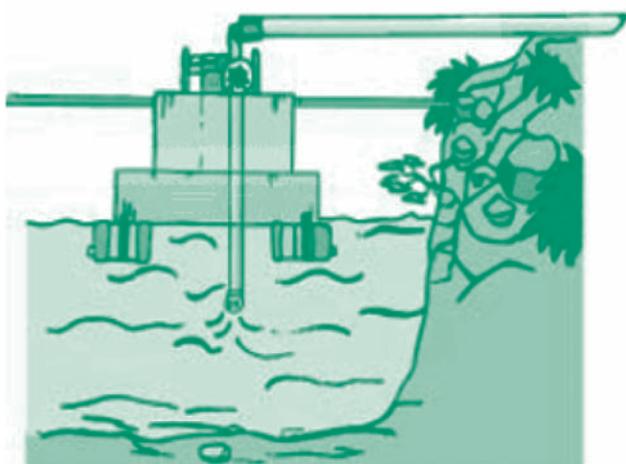
Las tomas o bocatomas se construyen de manera que puedan captar agua durante todo el año. Es importante, que cuando se construya una toma o bocatoma, se analice los posibles peligros (deslaves/derrumbes, inundaciones o incendios) que puedan afectarla. Este análisis permitirá escoger la mejor opción de toma. Además, pueden considerarse actividades o alternativas constructivas que reduzcan la probabilidad de daño y puedan garantizar una buena prestación del servicio. Las tomas o bocatomas las hay de varios tipos:

1. Toma o bocatoma lateral: se construye en las orillas de los ríos, cuando éstos son caudalosos y tienen poca variación de nivel. Son muros laterales con rejillas y compuertas que impiden el paso de sólidos flotantes y permiten regular la entrada del agua al canal o tubería.



2. Toma o bocatoma de fondo:

se construye en ríos y quebradas pequeñas, poco profundas y de baja velocidad. Generalmente se construye una pequeña presa de ancho menor o igual que el río, sobre la presa se construye un canal para desviar el agua y sobre el canal se coloca una rejilla.

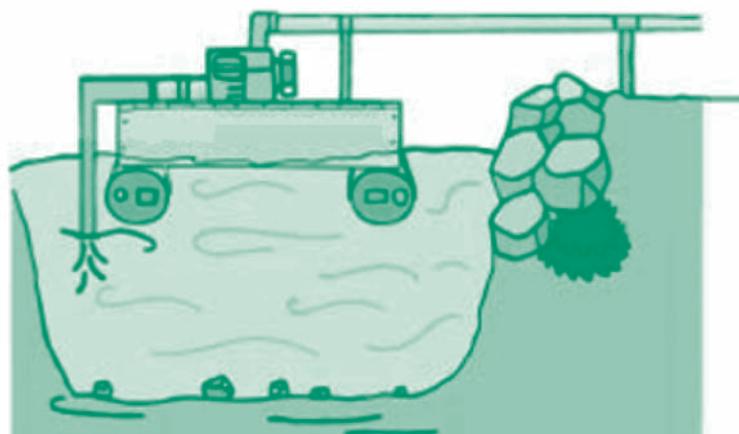


4. Toma o bocatoma móvil:

se construye sobre estructuras móviles a la orilla de los ríos con importantes variaciones de nivel. Igual que las captaciones flotantes, trabajan con equipos de bombeos.

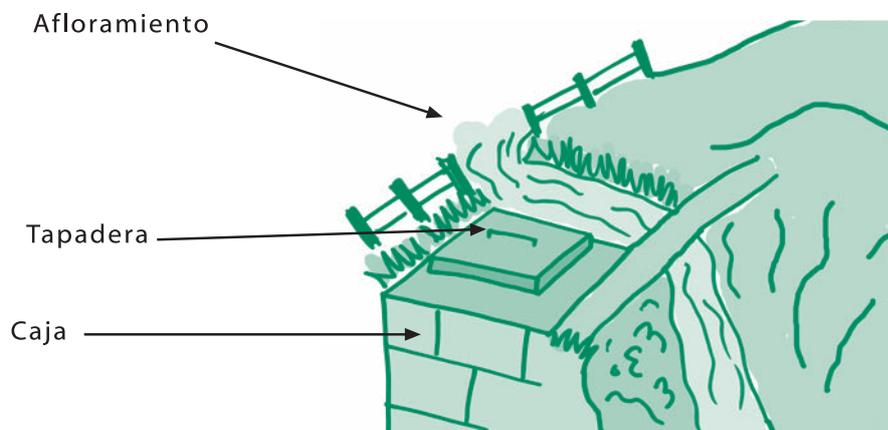
3. Toma o bocatoma flotante:

se construye en ríos, lagos y represas que tienen variaciones de nivel. Se instalan sobre estructuras ancladas al fondo y en una de las orillas. Este tipo de captación necesita equipos de bombeo.

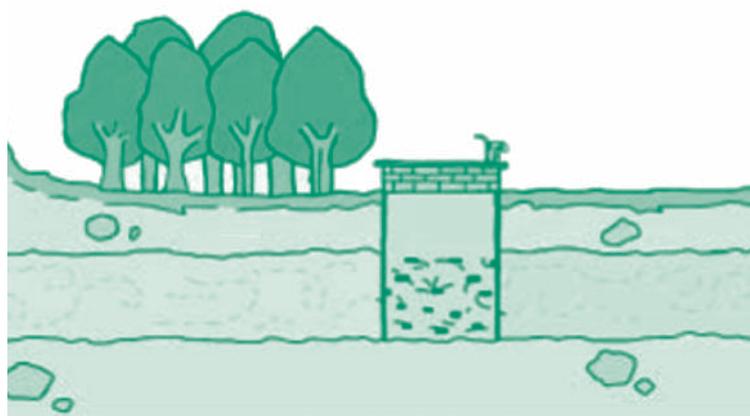


Ejemplo: Una toma o bocatoma móvil puede estar constituida por una plataforma de madera armada sobre toneles metálicos o plásticos vacíos que sirven de flotador. Sobre la plataforma se instala el equipo de bombeo protegido por una caseta. El puente de acceso a la plataforma, la conexión eléctrica y la tubería de impulsión son extensibles en la medida que es necesario empujar la toma o bocatoma móvil de la orilla por cambios de nivel del río o del embalse.

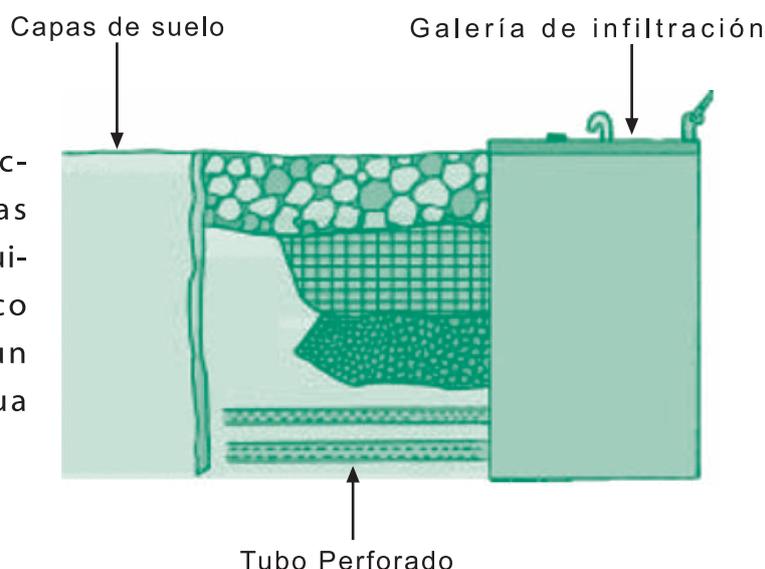
5. **Tanque de captación:** alrededor del brote o afloramiento del manantial o nacimiento se construye una caja de cemento, y piedrín o ladrillo tayuyo o rústico de 0.20 x 0.30 mts. La caja debe cubrirse con una tapadera de cemento o de metal que permita la inspección del manantial o nacimiento y colocarle tela metálica en la entrada del agua. El agua debe entrar sin mayor problema a la caja, la cual consta de un tubo de diámetro adecuado para la salida de la misma. La entrada del agua y el tubo de salida deben estar provistos de cedazo metálico o plástico. Es importante dejar un tubo de drenaje cerca del fondo del manantial, para que éste y la caja de protección se puedan limpiar y drenar cuando sea necesario.



6. **Pozos:** son perforaciones a determinada profundidad, que se hacen en un terreno para captar aguas subterráneas. Pueden ser profundos o poco profundos, se recomienda que sean de por lo menos 3 metros o más. Es conveniente reforzarlo por dentro con un muro de piedra, de por lo menos medio metro de altura. Para evitar filtraciones se debe hacer una plancha de cemento y una zanja alrededor del pozo para evitar que se empoce el agua de lluvia.



7. **Galerías de infiltración:** son estructuras en forma de túnel o tuberías con ranuras o perforaciones, construidas por debajo del nivel freático o por debajo del nivel del agua de un río o quebrada, para captar el agua infiltrada en el subsuelo.



¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo en la toma o bocatoma y tanques de captación?

Para tomas o bocatomas laterales y de fondo, como en tanques de captación, realice las siguientes actividades de mantenimiento preventivo:

- o Limpiar las rejillas retirando hojas, trapos, plásticos, basura, troncos y cadáveres de animales.



- o Lavar y limpiar el tanque recolector para remover los sólidos y la suciedad acumulada en las paredes y en el fondo. Para esta actividad puede usarse cepillos o escobas.
- o Abrir la válvula de limpieza del tanque recolector y dejar salir los sedimentos acumulados en su interior.

- o Abrir o cerrar las compuertas, según el caudal de agua que necesite.
- o Chequear el funcionamiento de las válvulas y lubricarlas, si es necesario.
- o Tener en cuenta los cambios en la calidad del agua cruda, especialmente relacionados con el caudal, si está turbia y los sedimentos de gran tamaño.
- o Interrumpir el servicio cuando el agua esté muy turbia o tenga mucho lodo y avisar al operador de planta sobre esta situación, si hay planta. Es importante que con anticipación se les comunique a los vecinos en caso el servicio se interrumpa.

Para toma o bocatoma flotantes y móviles:

- o Encender y apagar los equipos de bombeo según la programación establecida.
- o Realizar el llenado de los equipos de bombeo colocando agua para que no arranquen en seco.
- o Realizar las labores de mantenimiento de los equipos de bombeo, según las recomendaciones de los manuales de operación y mantenimiento que suministra el fabricante.

En la tabla 4 se encuentran las principales actividades para el mantenimiento de la toma o bocatoma y la frecuencia con la cual se deben realizar.

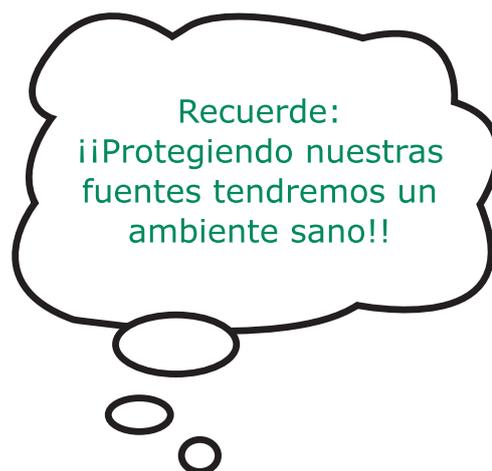


Tabla 4

Mantenimiento preventivo de la toma o bocatoma y tanque de captación.

TOMA O BOCATOMA	LATERAL Y DE FONDO
Frecuencia	Cada 15 días
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpie la rejilla. Esta actividad se debe realizar dependiendo de la calidad del agua (cruda); si en invierno la rejilla se tapa rápidamente, debe limpiarse cada vez que se tape. Si la bocatoma es de difícil acceso busque ayuda con personas que vivan cerca de ella para realizar esta actividad. (Cuando se trabaja en aguas profundas no se debe ir solo, así se tiene ayuda en caso de un accidente). Debe avisar al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales cuando se visite la toma o bocatoma de difícil acceso. 2. Realice la revisión de la estructura, para encontrar fugas, daños o deterioro de la infraestructura. 3. Revise si hay conexiones no autorizadas aguas arriba de la bocatoma actual.¹ En caso afirmativo, informe inmediatamente al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales. 4. Revise si hay descargas de aguas residuales no autorizadas, aguas arriba.² En caso afirmativo, informe inmediatamente al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales. 5. Limpie la caja de derivación.
Materiales requeridos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hágalo manualmente con pala, rastrillo y cepillo. 2. Utilice guantes y botas.
Frecuencia	Cada mes
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mida el caudal del agua. 2. Mida lo turbio del agua.
Materiales requeridos	Reglilla y cronómetro, turbidímetro (si se tiene).
Frecuencia	Cada 3 meses
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique el funcionamiento de las válvulas y lubríquelas. 2. Verifique la presencia de algas, musgos y organismos vivos en el interior de la captación y retírelos.
Materiales requeridos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aceite y grasa lubricantes. 2. Cepillo metálico.
TOMA O BOCATOMA	FLOTANTE Y MOVIL
Frecuencia	Diaria
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encienda y apague los equipos de bombeo según la programación establecida. 2. Llene los equipos de bombeo, colocando agua para que no arranquen en seco.
Frecuencia	Según manuales de los equipos de bombeo o fabricantes de los mismos
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Haga mantenimiento de los equipos de bombeo. Deje registro escrito de las actividades de mantenimiento realizadas en la toma o bocatoma. 2. Informe al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales sobre las actividades realizadas o cualquier novedad, así también los daños encontrados que no se haya podido reparar.

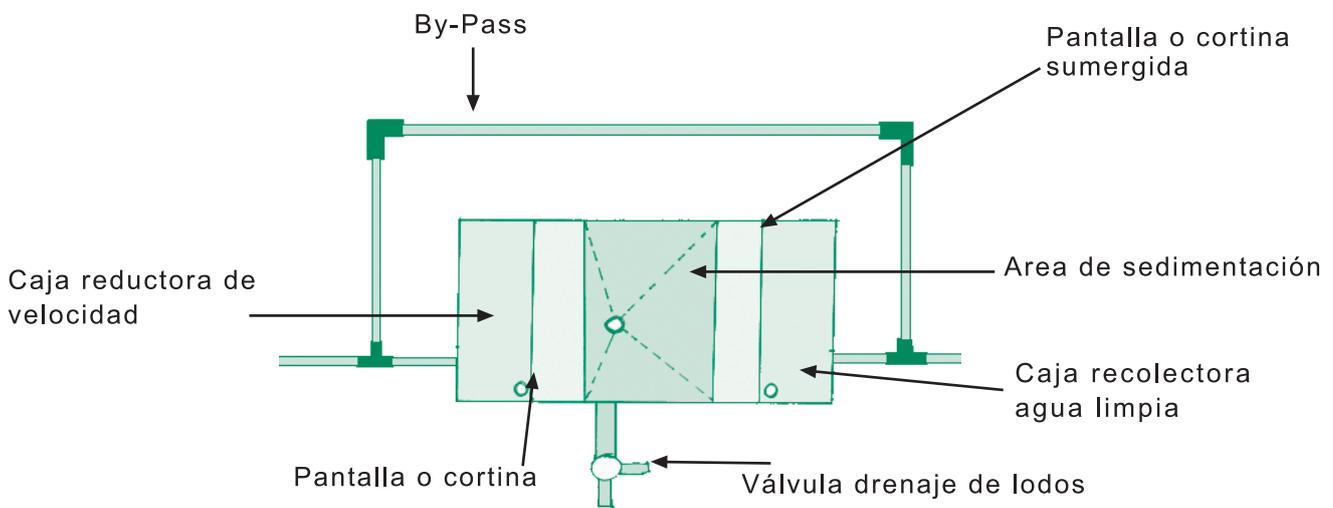
¹ Se debe actuar bajo el supuesto de que las conexiones no están autorizadas. Por eso es necesario reportar inmediatamente a la Municipalidad, para que se verifique dentro de la base de datos de los usuarios y el SIAF.

² Se debe tomar las mismas medidas que en el caso anterior.

Desarenador

¿Qué es un desarenador?

El desarenador es una estructura de concreto o ladrillo, de forma rectangular, necesaria cuando la fuente es superficial y arrastra sedimentos. Su función es remover las partículas pesadas (por ejemplo basura, hojas) que caen por gravedad cuando el agua se deja en reposo.



El desarenador está dividido en cuatro (4) partes:

- 1. Entrada:** su función principal es reducir la velocidad que trae el agua desde la captación, mediante una caja para facilitar la eliminación de las partículas. Lateralmente se encuentra un vertedero o tubería de rebalse o rebose, que devuelve el caudal sobrante al río.
- 2. Sedimentación:** en esta área las partículas pueden llegar al fondo del desarenador y sedimentarse. El agua debe estar en reposo.
- 3. Lodos:** es el área que recibe y almacena los lodos sedimentados.
- 4. Salida:** recoge el agua clarificada. Está constituida por una pantalla sumergida, un vertedero de salida y un canal de recolección. Esta zona debe estar cubierta con una tapa, para evitar una posible contaminación.

¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo de los desarenadores?

1. Regular el caudal de entrada.
2. Abrir periódicamente la válvula de limpieza, especialmente después de las crecidas, con la finalidad de evacuar los lodos depositados en el fondo.
3. Retirar el material flotante.
4. Mantener limpia el área cercana al desarenador.
5. Limpiar la estructura (por dentro y por fuera) con agua y cepillo, cuando se vacíe.
6. Revisar el funcionamiento de las válvulas.
7. Lubricar las válvulas.

En el desarenador es conveniente instalar una tubería de paso directo, con válvulas de cierre en cada extremo, las cuales conectan la tubería de entrada con la tubería de salida del mismo. A ese tipo de instalación se le llama By-Pass y se pronuncia Baipas.

Si va a lavar el desarenador, cierre la válvula de entrada y abra las válvulas del paso directo o By-Pass, para no suspender el suministro de agua a la comunidad. Comience el lavado abriendo la válvula de desagüe, para desocupar el desarenador. Aproveche la presión del agua para remover el lodo acumulado y cepille las paredes para remover el lodo atrapado.

Cuando no haya tubería de paso directo o By-Pass, tenga cuidado de no demorarse mucho en la operación de lavado, para que la tubería no se desocupe completamente. Evite que la tubería se llene de aire, poniendo a funcionar las válvulas de purga y las ventosas (más adelante se explicará cómo funcionan estas válvulas).

La limpieza debe ser periódica, dependiendo de la calidad del agua, principalmente en época de invierno. El mantenimiento que se debe realizar en el desarenador se presenta en la tabla 5.

Tabla 5

Mantenimiento preventivo del desarenador.

Frecuencia	Diaria
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar la estructura para identificar fugas o daños. 2. Verificar la estabilidad de la zona donde se encuentra ubicado el desarenador. Si ésta presenta inestabilidad, avisar a Encargado de la Oficina de Servicio Público para buscar solución. 3. Verificar que las válvulas estén funcionando en forma adecuada.
Materiales requeridos	Se realiza en forma manual.
Frecuencia	Cada semana
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evacuación de los lodos acumulados. La frecuencia puede variar, dependiendo de la calidad de agua o según el criterio del fontanero. 2. Comprobar si hay evidencias de acceso al desarenador de personas ajenas a la municipalidad, ganado o animales mayores. En caso de comprobarlo, verificar el estado de las cercas de aislamiento y reparar los daños encontrados.
Materiales requeridos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza en forma manual. 2. Alicates, alambre de púa, postes / estacas.
Frecuencia	Cada mes
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza completa de la estructura y todas sus partes, por dentro y por fuera.
Materiales requeridos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cepillo, botas, pala. 2. Ayudante.
Frecuencia	Cada año
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mantenimiento de todos los elementos que conforman el desarenador como compuertas, válvulas, vertederos, etc. 2. Retoque, resanado y pintura general.
Materiales requeridos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Equipo especializado. 2. Pintura anticorrosiva, brocha, cubeta. 3. Ayudante.
Frecuencia	Cada dos años
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recubrimiento de las caras interiores del tanque con mortero epóxico o algún otro sellador de fugas. 2. Impermeabilizado, cuando se requiera.
Materiales requeridos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mortero epóxico (alguna otro sellador de fugas), arena, cemento.
Observaciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dejar registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizadas en el desarenador. 2. Informar al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño encontrado que no se haya podido reparar.

¿Qué hacer con los sedimentos acumulados en el desarenador?

Estos sedimentos deben retornar al río o a la fuente de agua, aguas abajo de la estructura de captación, siempre y cuando esto no cause daño alguno y sea permitido.

Otra alternativa para el manejo de los lodos es depositarlos en lechos de secado de lodos y llevarlos a disposición a otro sitio, debidamente autorizado.

Conducción

¿Qué es la conducción?

Son tuberías o canales por donde se transporta agua cruda (antes de ser potable) o tratada a presión o a flujo libre.

Para las tuberías de conducción, se debe tener en cuenta que el diámetro mínimo utilizado debe ser de 2 pulgadas, cuando las tuberías trabajan a presión. La profundidad mínima de excavación para la colocación de tubería, es de 0.60 mts. desde la superficie hasta el lomo de la tubería.

¿Cómo fluye el agua por las tuberías de conducción?

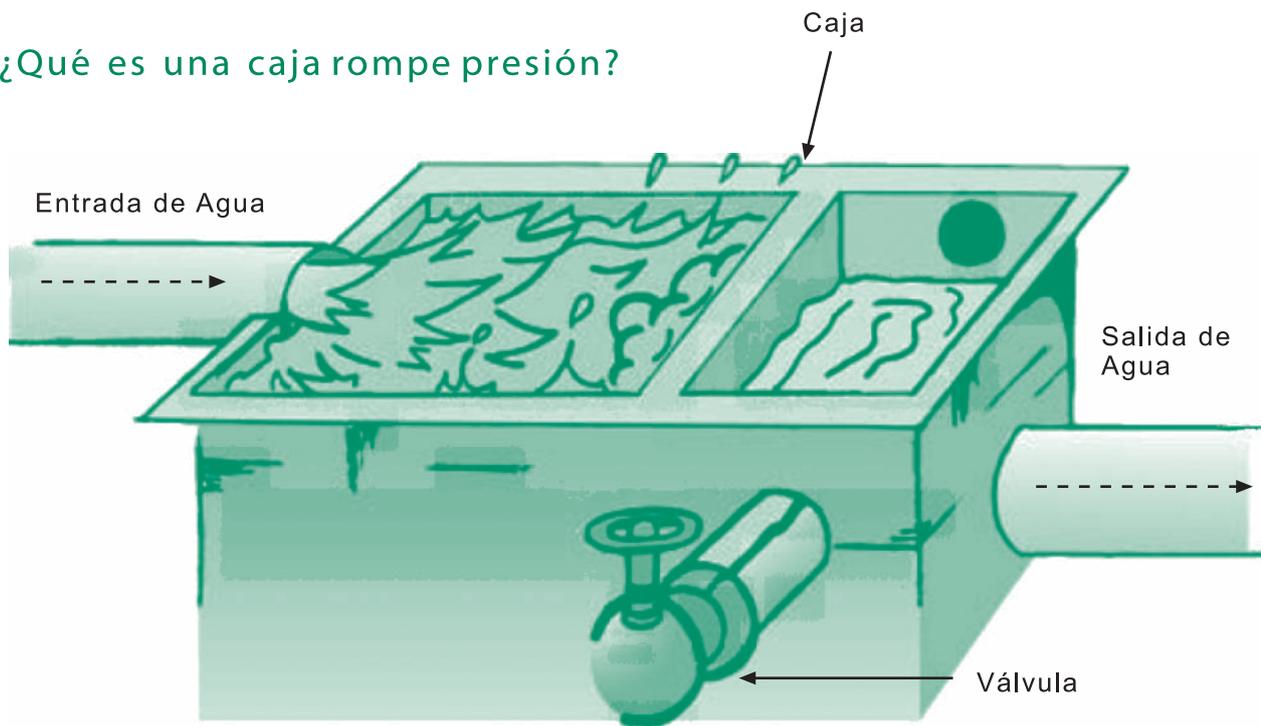
Puede hacerlo a flujo libre, es decir por la acción de la gravedad, como es el caso del agua que se transporta por un canal a cielo abierto.

También lo puede hacer a presión, es decir que el agua no está en contacto con el ambiente.

¿Cuáles son los principales componentes de las líneas de conducción?

Una red de conducción no está compuesta únicamente por tuberías sino que también tiene otras estructuras y accesorios como cajas rompe presión y válvulas de limpieza (purga) y ventosas (aire).

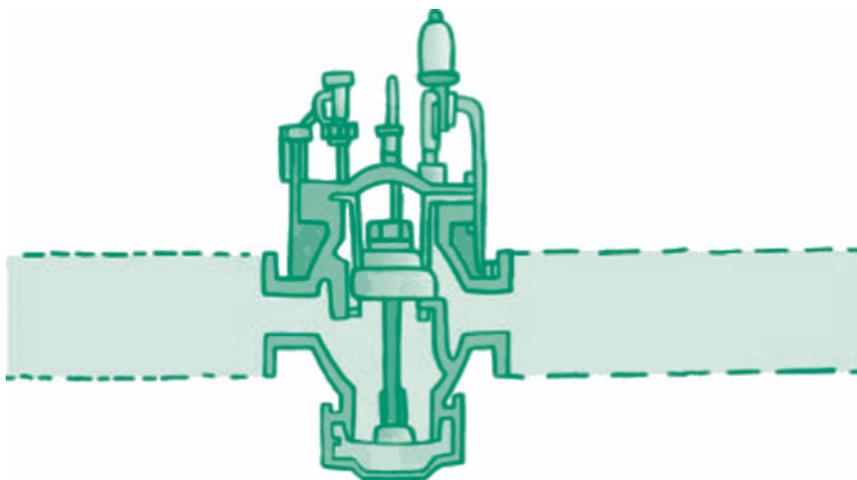
¿Qué es una caja rompe presión?



Una caja rompe presión es una estructura en forma de tanque que recibe el agua con mucha presión y al pasar por la caja, la presión del agua disminuye evitando que los tubos y accesorios se dañen o rompan.

¿Qué son las válvulas reductoras y reguladoras de presión?

Son válvulas que reducen la presión en las tuberías, protegiendo las instalaciones ubicadas aguas abajo. Las válvulas reguladoras de presión se usan para mantener una presión constante y controlada a un valor previamente fijado a la salida de estos aparatos.



¿Qué son las ventosas o válvulas de aire?

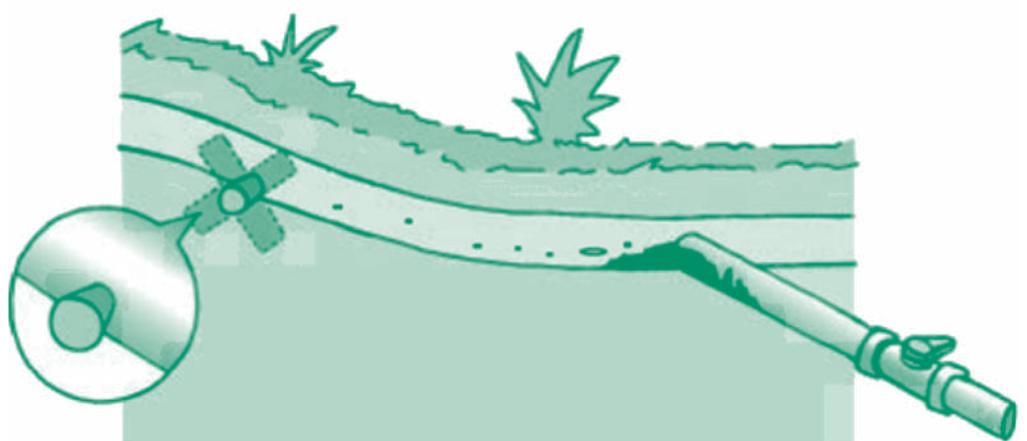


En los puntos altos de las líneas conducción, suele acumularse aire en la parte superior de la tubería. Si ese aire no se expulsa, forma un tapón que puede impedir el paso del agua y provocar un rápido deterioro de las instalaciones o bien romper la tubería. El aire se expulsa a través de válvulas llamadas ventosas que son unas cámaras metálicas conectadas a la tubería y tienen un orificio superior el cual está sellado por una pelota metálica o flotador. Cuando la cámara se llena de aire, el flotador cae y deja salir el aire por el orificio.

¿Qué son las válvulas de limpieza o purga?

Son accesorios que se colocan lateralmente en los puntos más bajos de las redes, para que al abrirlas permitan la salida de los sedimentos acumulados en las tuberías.

Las ventosas y válvulas de purga son accesorios necesarios para el correcto funcionamiento de las tuberías del acueducto. No es correcto reemplazar estos accesorios mediante la perforación de las tuberías y la colocación de tacos, estacas o tapones de madera para evacuar el aire o los sedimentos en las mismas.



¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo de las tuberías de conducción?

Los principales problemas en las tuberías de conducción se deben a obstrucciones por material que llega desde el tanque de captación cuando no hay desarenador o planta de tratamiento. Además, se pueden presentar fallas por asentamiento/hundimiento o deslizamiento del suelo en que están colocadas las tuberías; por la presencia de aire, cuando conducciones de agua son demasiado largas y las tuberías se pueden romper cuando éstas quedan expuestas a la intemperie, especialmente si son de PVC.

Para las tuberías de conducción se deben realizar las siguientes actividades de mantenimiento preventivo:

1. Mantener despejada el área cercana o próxima a la tubería. Esto facilitará su inspección.
2. Hacer recorridos frecuentes a lo largo de las tuberías de conducción, para detectar síntomas de inestabilidad del terreno.
3. No deben quedar tramos de tubería expuestos al sol, sobre todo si son de plástico PVC. El sol daña la superficie de las tuberías, afecta su flexibilidad y las hace menos resistentes. Si ésta situación se presenta hay que cubrir la tubería, a una altura mínima de 60 centímetros por encima del lomo del tubo. Los tubos de PVC bajo el sol se decoloran y se vuelven quebradizos.
4. Detectar fugas, filtraciones y rupturas o quiebres y repararlos de inmediato. Recuerde que las fugas producen exceso de humedad en el suelo, que a su vez puede provocar derrumbes o asentamientos/hundimientos del terreno en donde pasan las tuberías. Los daños causados por este tipo de peligros ocasiona pérdidas considerables.



Reparación de fuga.

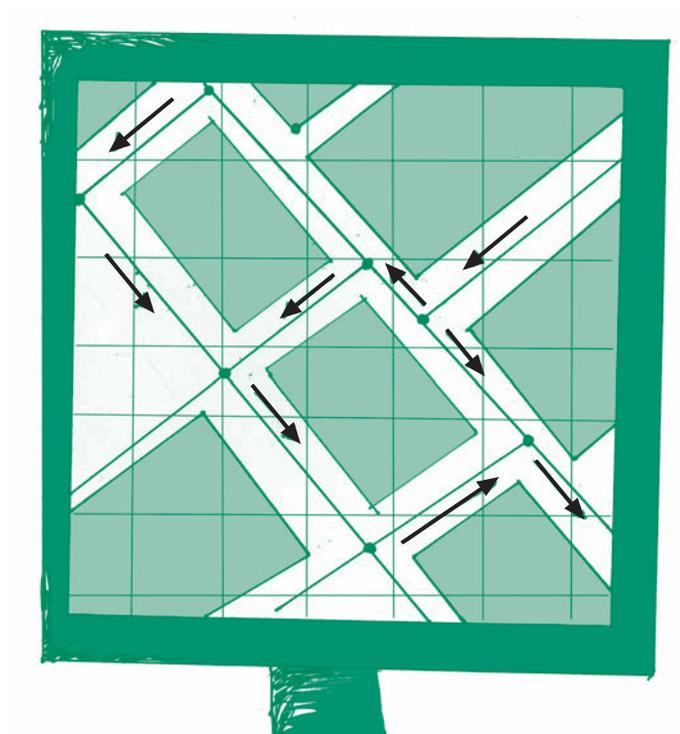
5. Revisar periódicamente que las ventosas o válvulas de aire se encuentren funcionando correctamente, es decir expulsando el aire contenido en las tuberías. La válvula de conexión entre la tubería de conducción y la ventosa o válvula de aire debe permanecer siempre abierta.
6. Abrir periódicamente las válvulas de limpieza o purga, para drenar los sedimentos acumulados en el fondo de las tuberías. Durante esta operación, las válvulas se deben abrir y cerrar lentamente, con el fin de evitar sobrepresiones en las tuberías (golpe de ariete). Éstas sobre presiones pueden romper la tubería y accesorios.
7. Verificar que el chorro en la caja de distribución esté sumergido.
8. Revisar periódicamente el funcionamiento de las válvulas y lubricarlas.
9. Detectar y eliminar conexiones no autorizadas. Notificar al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales.

En la tabla 6 se resumen las actividades de mantenimiento de las líneas de conducción.

Tabla 6

Mantenimiento preventivo de las tuberías de conducción.

Frecuencia	Diaria
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revise la tubería para detectar fugas o daños y repárela de inmediato. 2. Verifique que las válvulas estén funcionando en forma adecuada. Si no es así, repárelas.
Materiales requeridos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tubería, pala, piocha, sierra de segueta, cubeta, guantes, pegamento, etc. 2. Se realiza en forma manual usando cepillo y aceite lubricante.
Frecuencia	Cada mes
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revise la colocación de los puntos de referencia del trazado de la tubería; si no están, colóquelos nuevamente. 2. Por lo menos una vez al mes se deben drenar las tuberías para eliminar sedimentos e incrustaciones que se hayan formado. Para realizar esta actividad, se deben abrir las válvulas de limpieza o purga principalmente en las horas de bajo consumo y procurando que el tanque esté con nivel alto. El tiempo que tarde en mantener la válvula de limpieza o purga abierta depende de la cantidad de sedimentos que exista en la conducción.
Materiales requeridos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tacos, estacas, machete. 2. Se realiza en forma manual usando llave de cruz.
Observaciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dejar registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizadas en las tuberías y conducción. 2. Informar al administrador del acueducto sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño encontrado que no se haya podido reparar.



Señor fontanero: Recuerde siempre actualizar los planos de las tuberías de conducción y distribución, de acuerdo con las reparaciones y cambios que realice.

4. Para estar seguros de lo que aprendimos



Actividad 1

Amigo fontanero, le proponemos hacer una revisión detallada del estado en el que se encuentra el desarenador o tanque de captación. A continuación encontrará una guía que le facilitará esta revisión.

Aspecto 1: Zona de ubicación

El terreno en donde se encuentra ubicado el desarenador o tanque de captación es:

Estable _____ Inestable _____

Explique: _____

Las cercas de aislamiento del desarenador están:

En buen estado _____ Rotas o deterioradas _____

Otras _____

Explique: _____

Aspecto 2: Infraestructura

La estructura del desarenador o del tanque de captación presenta:

Falta de elementos _____ Fisuras _____ Filtraciones _____

Otros _____

Explique: _____

Las válvulas funcionan:

Adecuadamente _____ Inadecuadamente _____

Aspecto 3: Mantenimiento

Los lodos acumulados en el desarenador son evacuados:

Semanalmente ____ Mensualmente ____ Cada 6 meses ____ Otros ____

Explique: _____

En el interior del desarenador se encuentran elementos sólidos:

Sí _____ No _____

Explique: _____

Las compuertas, válvulas y vertederos se encuentran en buen estado de funcionamiento:

Sí _____ No _____

Explique: _____

Las caras interiores del desarenador están recubiertas con mortero impermeabilizante:

Sí _____ No _____

Explique: _____

Aspecto 4: Disposición final de sedimentos

Los elementos acumulados en el desarenador:

Se devuelven al río o fuente abastecedora _____

Se disponen en otro sitio _____

Explique: _____

De acuerdo con lo observado, identifique un problema o necesidad por cada aspecto y su posible solución:

Aspecto	Necesidad o problema	Posible solución
Zona de ubicación		
Infraestructura		
Mantenimiento		
Disposición final de sedimentos		

Actividad 2

Señor fontanero, lo invitamos a hacer un recorrido de observación de las tuberías de conducción del sistema. Para ello utilice la siguiente lista de chequeo.

Observe	Comente
¿En qué estado se encuentran los terrenos por donde pasan las tuberías?	
¿Hay tramos de tubería de PVC expuestos a la intemperie?	
¿Algún tramo de la tubería presenta filtraciones, roturas o aplastamientos?	
¿Todas las válvulas tales como de aire (ventosas) y limpieza (purgas) están funcionando adecuadamente?	
¿Se encuentran sedimentos acumulados en el fondo de las tuberías?	
¿A las válvulas se les ha hecho mantenimiento últimamente?	
¿Encuentra conexiones no autorizadas?	
¿Los puntos de referencia del trazado de la tubería están colocados adecuadamente?	
¿Se puede transitar libremente a lo largo de las tuberías?	

5. ¿Qué tanto aprendimos?



Para saber qué tanto aprendimos vamos a responder esta evaluación.

Ejercicio 1

Responda si son verdaderas o falsas las siguientes ideas. Señale con una equis (x):

- Las fuentes de agua deben conservarse para que siempre tengamos agua de buena calidad y en la cantidad suficiente para cubrir nuestras necesidades.
Verdadero_____ Falso_____
- La conducción transporta agua cruda a presión o a flujo libre.
Verdadero_____ Falso_____
- La mejor fuente de agua es la que se ahorra, evitando las pérdidas.
Verdadero_____ Falso_____

Ejercicio 2

Señale con una equis (x) en la siguiente lista de actividades, las que son de mantenimiento preventivo de las tuberías de conducción:

- Revisar la estructura del desarenador. _____
- Lavar el desarenador con una presión de chorro de mínimo 4 pulgadas. (a presión alta) _____

- c. Abrir periódicamente las válvulas de limpieza o purga y drenar los sedimentos acumulados en el fondo de las tuberías. _____
- d. Detectar fugas, filtraciones y roturas. Repararlas de inmediato. _____
- e. Verificar que las válvulas del desarenador estén funcionando en forma adecuada. _____

6. Hoja de respuestas

Ejercicio 1

- a) V
- b) F
- c) V

Ejercicio 2

Son de mantenimiento preventivo las respuestas c y d

Para verificar sus respuestas, lea en el título: ¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo de las tuberías de conducción?



AMIGO FONTANERO: ¡Felicitaciones! Usted ha finalizado su módulo "CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN, REQUIEREN NUESTRA ATENCIÓN". Recuerde: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, EXIGEN ENTRENAMIENTO.

The background features a light green illustration. In the upper left, a woman with long hair, wearing a floral necklace and a patterned top, looks towards the right. In the lower left, a child wearing a traditional cap and a long tunic is shown from the waist up, looking towards the right. The overall style is simple and illustrative.

Módulo

4

Agua de buena calidad,
a mi casa llegará

1. Lo que vamos a aprender los fontaneros para almacenar y distribuir bien el agua

Lo que vamos a aprender:

- o A desinfectar muy bien los tanques para evitar la contaminación del agua.
- o A instalar y reparar las redes de distribución del agua, las acometidas y conexiones domiciliarias.
- o A instalar y reparar los medidores.
- o El mensaje principal es: Para prestar un buen servicio debemos conocer bien nuestro oficio.

2. Vamos a mejorar nuestro servicio de acueducto



Pedro
Encargado de la Oficina de
Servicios Públicos Municipales



María
Vecina



Juan
Fontanero

María: Buenas tardes, Pedro ¿Cómo le va?

Pedro: Bien, María. Y eso, ¿qué la trae por aquí tan temprano?

María: Pedro, es que estoy preocupada. Imagínese que por el lado de mi casa se reventó un tubo y se está desperdiciando demasiada agua. Pero, además de eso, lo que más me tiene pensando es que el agua que sale no está limpia sino que está amarilla y tiene mucho barro.

Pedro: ¡Ah, sí! Con razón esta mañana cuando me estaba bañando me salió muy poca agua y además vi que estaba amarilla, y hasta olía feo. Pues que bueno que viene a notificar este problema aquí a la Oficina de Servicios Públicos en la Municipalidad. Es aquí donde se coordina el trabajo del fontanero. Yo le avisaré a Juan, para que repare la fuga. Ah! justo ahí está Juan.

Juan: Escuché que hay una fuga, y que hay que repararla. Yo la acompaño, María, y de una vez solucionamos el problema.

María: Muchas gracias, que bueno que la municipalidad sea rápida.

Pedro: Con el apoyo de los vecinos, podemos prestar un mejor servicio. Juan, espero su reporte en la tarde.

3. Lo que debemos saber y poner en práctica

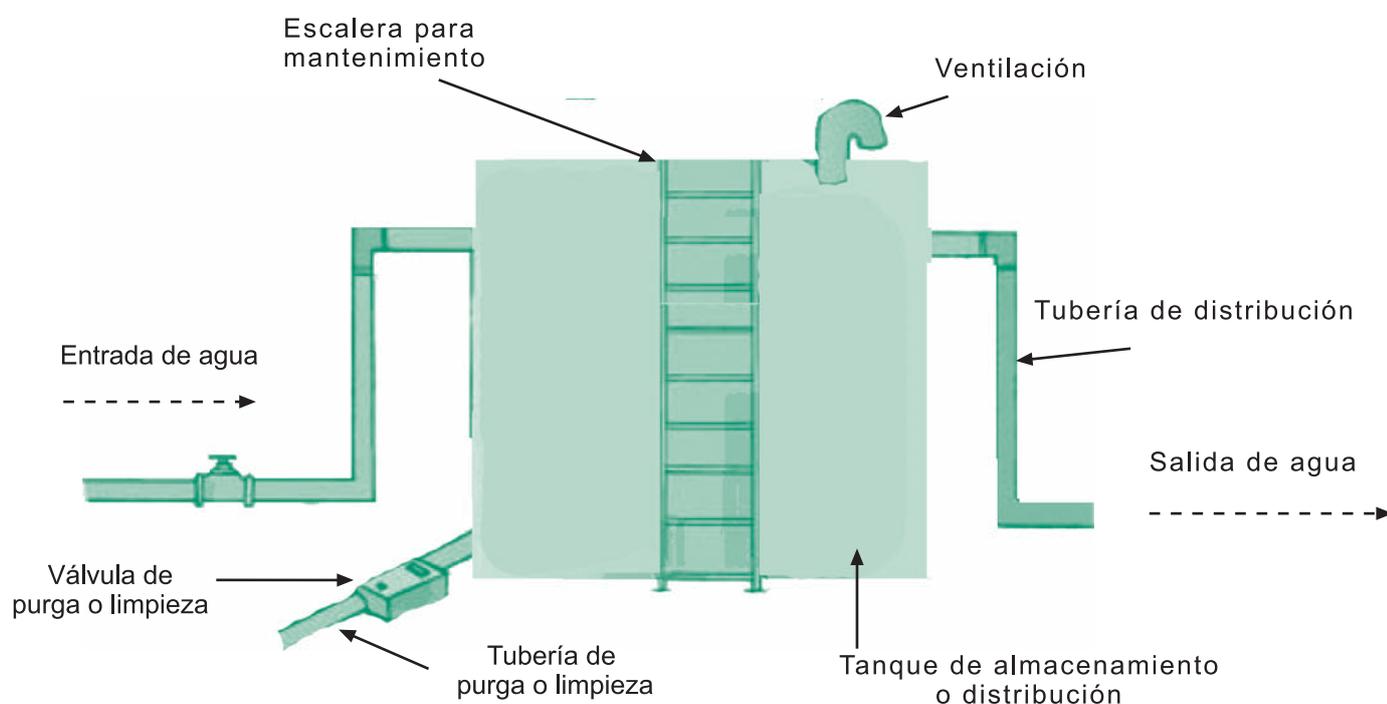
¿Qué son los tanques de almacenamiento o distribución?

Son estructuras para almacenar cierta cantidad de agua durante un tiempo. Los tanques de almacenamiento se necesitan para:

1. Compensar variaciones de consumo durante el día.
2. Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
3. Mantener una reserva de agua para atender situaciones de emergencia como incendios y daños en líneas de conducción o en estaciones de bombeo.

¿Cuáles son los principales elementos de un tanque de almacenamiento?

Un tanque de almacenamiento, además de la estructura para almacenar el agua, debe tener siempre los siguientes elementos:



1. Tubería de entrada con su correspondiente válvula de cierre, para suspender o permitir la entrada de agua al tanque, según se requiera; tubería de salida con su correspondiente válvula de control; tubería para lavado del tanque, con válvula de control; tubería de paso directo o By-Pass; tubería de rebalse o rebose y tubería de drenaje, con válvula de control, utilizada durante el lavado del tanque.
2. Una tapa o cubierta superior para prevenir la caída de hojas y otras suciedades dentro del tanque. Si el tanque no tiene cubierta, debe construirse un techo para controlar el ingreso de vectores y la caída de elementos volátiles como basura y hojas secas.
3. Una tapa de inspección, para facilitar el acceso al tanque.
4. Escalera de acceso al tanque, para adelantar las labores de limpieza.
5. Tubos de ventilación o respiradores (con rejilla en su extremo para impedir la entrada de elementos o insectos al tanque).
6. Una tubería de rebalse o un vertedero, para que el agua salga cuando el tanque se llena.
7. Un sistema para medir el nivel del agua en el tanque, que puede ser una manguera transparente pegada por fuera a una regla marcada con el cero (0) coincidiendo con el fondo.
8. Una tubería de salida, con su correspondiente válvula para permitir o impedir la salida de agua del tanque.
9. Una tubería de drenaje, con su correspondiente válvula, para evacuar el agua de lavado del tanque.
10. Una tubería de derivación o tubería de By-Pass, que conecta directamente la tubería de entrada a la tubería de salida, sin pasar por el tanque, para no interrumpir el servicio cuando el tanque esté en mantenimiento.

Desinfección del agua a base de cloro

El cloro es el desinfectante más importante que existe, además de que es fácil de utilizar y menos costoso que otros.

La cloración de abastecimientos públicos de agua es el proceso más utilizado para lograr agua sanitariamente segura, a través de disminución/eliminación de bacterias y virus.

Las presentaciones utilizadas por las municipalidades y las comunidades para la desinfección de agua para consumo humano son las siguientes:

Cloro gas: los sistemas de cloro gas requieren de una inversión mucho más alta que los sistemas de hipoclorito de calcio. Sin embargo, los costos de operación son mucho más bajos (aproximadamente tres veces menos). Para estos sistemas hay que tener un plan de mantenimiento cuidadoso para asegurar que no se dañen muy pronto y es conveniente capacitar a los fontaneros que estarán a cargo del sistema. Son recomendables para caudales grandes.

Hipoclorito de calcio (granulado o pastillas): estos sistemas son recomendables para caudales pequeños y volúmenes bajos. Si se utiliza el cloro granulado debe disolverse en un volumen de agua determinado y preparar lo que se llama solución madre, para que sea más efectivo. Las pastillas que también pueden ser de tricloro se acomodan en clorinadores que vienen para distinto número de pastillas. El tamaño de clorinador que se utilice dependerá del caudal que se tenga y de la frecuencia con la que se quiera alimentar.

Hipoclorito de sodio (líquido): el cloro líquido es más utilizado para aplicación directa a depósitos pequeños de uso casero: aljibes, tambos de agua en la casa, etc. De todos los métodos para clorar el agua, éste es el más caro.

Clorinador a sal: transforma automáticamente la sal gruesa en cloro, a través del proceso de electrólisis. El sistema se caracteriza por su eficiencia y bajos costos de operación. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que se necesita energía para su funcionamiento. Son muy utilizados en el departamento de Huehuetenango.

¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo de los tanques de almacenamiento?

Estas actividades de mantenimiento preventivo son:

1. Limpie el área circundante eliminando cualquier foco de contaminación.
2. Revise si existen fugas o grietas en el tanque y repárelas.
3. Inspeccione la presencia de sedimentos en el fondo del tanque. Si los hay, hágale mantenimiento al tanque. Avise a la comunidad que el servicio se va a suspender mientras se lava el tanque. Para lavar el tanque, cierre la válvula de entrada de agua al tanque y la de salida para la comunidad. Abra la válvula de desagüe; si hay tubería de paso directo By-Pass, abra la válvula para que la comunidad no se quede sin agua. Deje que el tanque baje de nivel y con ayuda de botas limpias, escoba y cepillo limpios, saque el lodo que está en el fondo del tanque. Aproveche para lavar las paredes con cepillo o una escoba. Ayúdese de una manguera a presión conectada a la entrada del tanque o de una cubeta para la limpieza del tanque. Una vez que el tanque esté limpio, cierre la válvula de desagüe, la de la tubería de derivación y abra la válvula de entrada de agua al tanque y luego abra la válvula de la tubería de salida a la comunidad. Cuando esté manipulando las válvulas hágalo suavemente, para evitar que se reviente la tubería; saque el aire que queda atrapado en la red con las válvulas de limpieza (purga) y aire o (ventosas).
4. Limpie periódicamente el interior del tanque. La frecuencia depende de la calidad del agua y de las condiciones del ambiente. Esta limpieza debe efectuarse con espátula y cepillo, eliminando con cuidado toda la suciedad del piso y de las paredes; hay que lavar bien el interior del tanque sin usar jabón.

5. Las válvulas de entrada, salida, desagüe y de paso directo deben cuidarse de la corrosión, por lo tanto, periódicamente se deben proteger con pintura anticorrosiva y lubricarlas cuando se requiera.
6. Programar la limpieza del tanque, de tal forma que no afecte la presión en la red de distribución, ni se suspenda totalmente el servicio de agua a la población.

Las actividades de mantenimiento preventivo que el fontanero debe hacer al tanque de almacenamiento y la frecuencia con que debe realizarlas, se describen en la tabla 7.

Tabla 7

Mantenimiento preventivo del tanque de almacenamiento.

Frecuencia	Diaria
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revise que las tapas de las cajas donde están las válvulas estén bien cerradas y aseguradas. 2. Observe si existen grietas, fugas y rajaduras para corregirlas. 3. Revise si el tanque tiene sedimentos. 4. Proteja el agua del tanque de la entrada de agentes extraños. Instale tapas o cambie los empaques protectores.
Materiales requeridos	Mortero epóxico (Aditivo), arena, cemento.
Frecuencia	Cada dos semanas
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpie los sedimentos manipulando la válvula de desagüe sin ingresar al tanque. En invierno realice toda la actividad dependiendo del volumen de lodos acumulados.
Materiales requeridos	Cepillo, cubeta, botas, llaves.
Frecuencia	Cada mes
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpie los sedimentos, ingresando en el interior del tanque para revisar si éste requiere lavado. Antes de ingresar al tanque quite todas las tapas y déjelo ventilar por lo menos durante una hora. Revise la escalera de acceso al tanque, verifique que las tuercas y los tornillos estén ajustados. 2. Revise en el interior del tanque si existen grietas, fugas o desprendimientos de la pared, y realice los correctivos necesarios. Recuerde que, por seguridad, siempre que ingresa a un tanque, otra persona debe quedar afuera pendiente de su actividad.
Materiales requeridos	Cepillo, balde, botas, llaves.
Frecuencia	Cada año
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pinte las escaleras de acceso al tanque. 2. Retoque, resane y pinte el tanque externamente.
Materiales requeridos	Pintura anticorrosiva, brocha, cubeta.
Frecuencia	Cada 2 años
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recubra las caras interiores del tanque con mortero epóxico impermeabilizado. (impermeabilizante)
Materiales requeridos	Mortero epóxico, arena, cemento.
Observaciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dejar registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizadas en el tanque. 2. Informar al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño encontrado que no se haya podido reparar.

¿Cómo se limpia y desinfecta un tanque de almacenamiento?

Para realizar esta operación, debe seguirse el procedimiento indicado a continuación:

1. Con el Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales, programar de antemano dicha actividad y avisar a los usuarios en caso de que sea necesaria una suspensión del servicio.
2. Desocupar el tanque y vaciar los sedimentos acumulados.
3. Restregar las paredes y el piso del tanque con un cepillo de cerda gruesa o metálica, para eliminar la suciedad adherida. No usar detergente.
4. Enjuagar el tanque con agua.
5. Llenar el tanque con una mezcla de agua e hipoclorito de calcio con 70% en forma de cloro, para que dé una concentración de 50 partes por millón (50 g/m³) de cloro en el agua de llenado. (Ver explicación en la siguiente página).
6. Dejar actuar la mezcla durante un mínimo de 24 horas.
7. Vaciar el tanque totalmente, botando el agua al alcantarillado, si existe.
8. Medir el cloro residual con el kit y revisar la presión en la tubería.

El cloro debe ser manejado con cuidado, porque es una sustancia corrosiva y peligrosa, que puede causar daño a las personas.

Explicación:

El hipoclorito de calcio, que es un producto sólido en gránulos blancos, debe almacenarse en un recipiente oscuro y bien tapado, a la sombra, para evitar que con el tiempo pierda su potencia. Generalmente, el hipoclorito de calcio viene almacenado en toneles de 100 libras, en una concentración del 70%, como esta concentración puede variar hay que verificar bien. De todas maneras, es importante tener siempre presente la concentración del cloro en el hipoclorito y ésta viene marcada en el envase.

Ejemplo: ¿Cuánto hipoclorito de calcio con concentración del 70% como cloro se necesita para desinfectar un tanque de 100 m³ de capacidad?

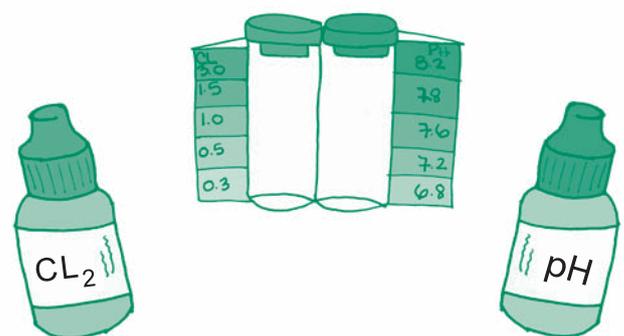
Respuesta: La concentración debe ser de 50 partes por millón de cloro, o sea 50 miligramos/litro, que es lo mismo que 50 gramos de cloro por metro cúbico de agua. Si la capacidad del tanque es de 100 m³ de agua, entonces se necesitan 100 m³ x 50 gramos de cloro = 5,000 gramos de cloro, o sea, 5 kilogramos de cloro. Pero como el hipoclorito tan sólo tiene una concentración del 70% de cloro, entonces se necesitan 5 kilogramos ÷ 0.7 = 7.1 kilogramos de hipoclorito de calcio que se deben diluir en un balde con agua que se agrega al tanque que se esta llenando.

¿Cómo se mide el cloro residual?

El cloro residual se puede medir en campo utilizando un kit de cloro para agua potable, con la ayuda de una sustancia, la cual, cuando se aplica al agua que tiene cloro, hace que cambie de color. La intensidad del color es proporcional a la cantidad de cloro que tenga el agua.

Procedimiento para determinar la concentración de cloro en tanques, tuberías y llaves domiciliare:

1. Enjuague tres veces el comparador con la muestra y llene la celda marcada con Cl₂, que corresponde al cloro residual.



2. Agregue al compartimiento de cloro residual las gotas que se indique; el agua tomará una tonalidad amarilla, agite, tape y ajuste. Espere unos segundos a que se revuelva.
3. Observe el color obtenido y compárelo con la escala de colores y valores de cloro (Cl_2) que tiene el comparador hasta encontrar un color igual. El valor que corresponde al color igual al de la muestra es el del cloro residual. Registre el resultado en mg/L en el formato de control. De acuerdo a la Norma COGUANOR 29 001 el cloro residual debe estar entre 0.5 mg/L y 1.0 mg/L.
4. Lo mismo deben hacer para determinar el pH. Agregue al compartimiento de pH las gotas que se indique, el agua tomará una tonalidad rosada. Observe el color obtenido y compárelo con la escala de colores y valores que tiene el comparador hasta encontrar un color igual. Registre el resultado en el formato de control. De acuerdo a la Norma COGUANOR 29 001 el límite máximo permisible está entre 6.5 y 8.5.

Recomendaciones:

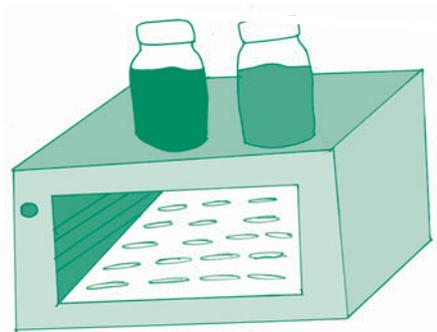
1. No agite la muestra antes de agregar el reactivo ya que se libera el cloro presente en el agua.
2. Evite que a la muestra le dé demasiada luz.
3. No guarde la muestra para más tarde, el análisis se debe realizar de inmediato.
4. Mantenga limpio el comparador.

¿Cómo se mide la contaminación bacteriológica del agua?

De acuerdo al Código Municipal, las municipalidades están obligadas a proporcionar agua potable. En Guatemala existe la Norma COGUANOR NGO 29 001 que es de cumplimiento Nacional y es el estándar de comparación para los parámetros de calidad de agua. De acuerdo a esta norma existen varias metodologías para medir la contaminación del agua a nivel bacteriológico. Una de ellas, la más sencilla, es la del método de presencia-ausencia.

La prueba se realiza de la siguiente manera:

1. Se recolecta, dentro de la bolsa o frasco estéril, un volúmen de aproximadamente 100 mililitros del agua a examinar, teniendo cuidado de no tocar el interior del recipiente.
2. Se agrega el medio de cultivo contenido en el sobre en forma de ampolla.
3. Inmediatamente después se cierra la bolsa o el frasco, se coloca en posición vertical y se mezcla perfectamente, hasta que no hayan gránulos suspendidos en el agua; el medio de cultivo y el agua toman un color ámbar.
4. Se incuba a una temperatura de 35 a 37°C, o a una temperatura ambiente en lugares cálidos, por 24 horas, para determinar la presencia o ausencia de las Coliformes Totales. Para la incubación es conveniente contar con una incubadora que mantenga la temperatura regulada de 35-37°C. En regiones cálidas, no menores de 25°C, se puede incubar a temperatura ambiente por 48 horas.



5. Una prueba positiva de la presencia de Coliformes es cuando el agua examinada cambia de color ámbar a verde-azul (no importando la intensidad). La presencia de bacterias Coliformes se manifiesta con el cambio de color, ya que empiezan a interactuar con el medio de cultivo.
6. Si la muestra cambia a color verde-azul, entonces se observa bajo una luz ultra violeta, con poca iluminación ambiental, y si se observa fluorescencia (color morado brillante) se confirma que hay presencia de E. coli.

Aspectos generales de la toma de muestra de agua para examen bacteriológico.

Cuando se toman muestras para examen bacteriológico, es necesario adoptar todas las precauciones para que éstas sean representativas del agua a ser examinada y para evitar la contaminación accidental durante las operaciones de recolección. Si es posible se debe flamear el chorro o por lo menos se debe dejar correr un rato, de tal manera que no se toma ni el principio ni el final de la corrida. Cuando se toman muestras al mismo tiempo y en el mismo sitio, se deben tomar primero las muestras para los exámenes bacteriológicos y así evitar el riesgo de contaminación en el lugar del muestreo mientras se recogen los demás especímenes; por ejemplo, para determinación de cloro, pH, temperatura, sustancias químicas, etc.

Red de distribución

¿Qué es la red de distribución?

La red de distribución es una instalación lineal abierta, o cerrada en forma de malla (circuito cerrado) o de peine (circuito abierto), conformada por tubos y accesorios conectados en forma continua de diferentes diámetros, que conducen el agua a lo largo de las calles y carreteras de la zona urbana de un municipio o por sus caminos veredales y desde donde se conectan las acometidas domiciliarias.

En la red de distribución se debe garantizar la calidad del agua, la cantidad y las presiones adecuadas.

Integrados a la red de distribución se encuentran los hidrantes, las válvulas de limpieza en los puntos bajos llamadas válvulas de limpieza o purga y las válvulas de cierre, que permiten aislar tramos de la red durante labores de reparación o cuando se necesita regular el servicio.

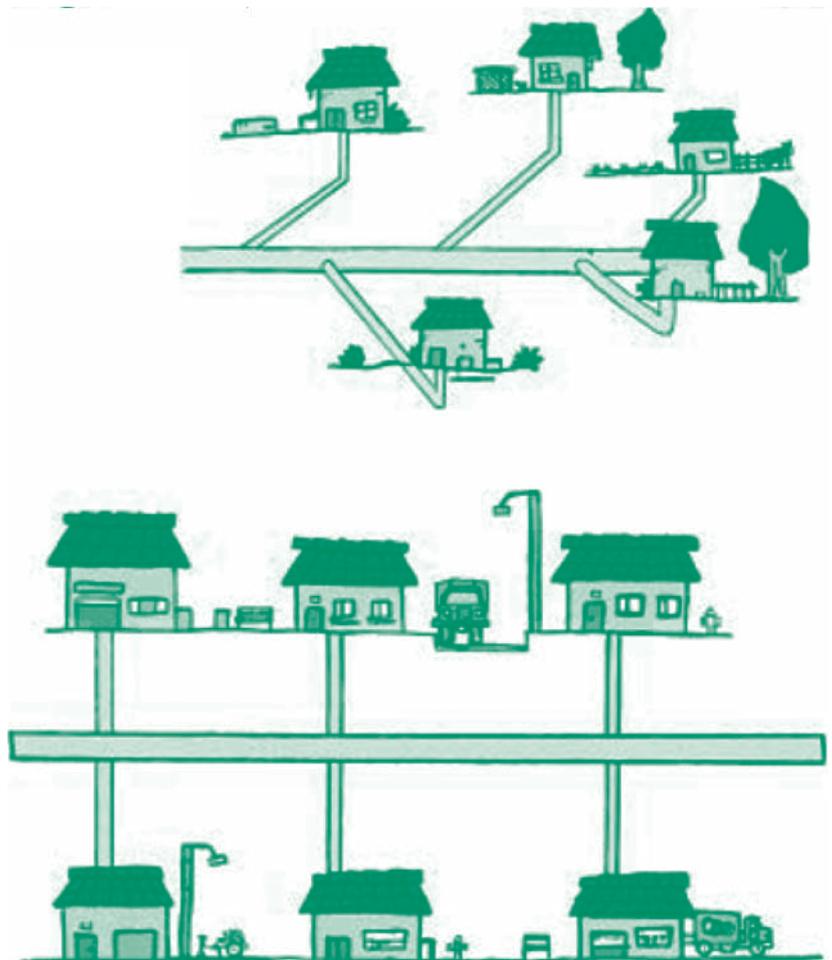
Las redes de distribución pueden estar conformadas por una red principal y por redes secundarias. La red principal distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de almacenamiento a las redes secundarias, se encarga de mantener las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema y generalmente no reparte agua en ruta. Las redes secundarias se derivan de la red principal y distribuyen el agua a los barrios de una población. En lo posible, las conexiones domiciliarias se deben instalar desde las tuberías de la red secundaria y no de la tubería principal o matriz.

Existen dos tipos básicos de redes de distribución:

- 1. De Peine:** es la red que está conformada por una tubería principal y una serie de ramificaciones que terminan en puntos ciegos o pequeñas mallas. La presión del agua en este tipo de red, puede no ser constante.

Este tipo de red se emplea por lo general en veredas, donde, por razones topográficas, no es económico ni técnico conectar los ramales. También se adaptan a las poblaciones que se desarrollan a lo largo de una vía o de un río.

- 2. Malla (circuito cerrado):** es la red que está conformada por tuberías en donde el agua circula a través de circuitos cerrados, lo cual produce un servicio más eficiente en presión y caudal.



Tuberías

Son conductos de forma circular por donde se transporta el agua.

Las tuberías vienen en diferentes materiales y diámetros, tal como se describe en la tabla 8:

Tabla 8

Tipos de tuberías.

Material	Asbesto cemento (AC)																					
Presentación	En tramos de 4 metros de longitud, diámetros de 2 a 28 pulgadas. Viene clasificada de la siguiente manera: <table border="1" data-bbox="563 658 1254 860"> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>Color de banda</th> <th>Presión de trabajo (Kg/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>Azul</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>Naranja</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>Rojo</td> <td>10.0</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>Verde</td> <td>12.8</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Negro</td> <td>15.0</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Azul</td> <td>5.0</td> </tr> </tbody> </table>	Clase	Color de banda	Presión de trabajo (Kg/cm ²)	10	Azul	5.0	15	Naranja	7.5	20	Rojo	10.0	20	Verde	12.8	25	Negro	15.0	30	Azul	5.0
Clase	Color de banda	Presión de trabajo (Kg/cm ²)																				
10	Azul	5.0																				
15	Naranja	7.5																				
20	Rojo	10.0																				
20	Verde	12.8																				
25	Negro	15.0																				
30	Azul	5.0																				
Características	Liviana y fácil de instalar. Frágil, necesita manejo cuidadoso. Superficie interior lisa. Fácil de cortar, taladrar y torneear. Se oxida. No se recomienda en suelos ácidos.																					
Material	Hierro galvanizado (HG)																					
Presentación	1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 1/2, 3/4, 1, 1/4, 2, 2 1/2, 3, 4, 6, 8, 10, y 12																					
Características	Gran resistencia mecánica. Soporta deformaciones antes de romperse. Tolera fuertes presiones. Se oxida fácilmente.																					
Instalación	Unión espigo y campana. Brida roscada. Espigo doble para soldar a tope. Unión Dresser o unión roscada.																					
Material	Hierro fundido (HF)																					
Presentación	Tramos de 6 m. de longitud, diámetros de 3 a 36 pulgadas.																					
Características	Tubería mediana resistencia. Poca resistencia a los golpes. No se puede soldar en sitio.																					
Instalación	Unión espigo campana, con plomo o mediante bridas o flanges a tuberías de extremos lisos.																					
Material	Polivinilo de cloruro (PVC)																					
Presentación	Tramos de 20 pies ó 6 m. de longitud, diámetros de 1/2 a 12 pulgadas. Diámetros mayores bajo pedido.																					
Características	Tubería liviana. Fácil de instalar. Inerte a corrosión química. Superficie interior lisa, bajas pérdidas. Los rayos ultravioleta la degradan y pierde resistencia, debe esta protegida contra la radiación solar. Alta resistencia a la tensión y al impacto.																					
Instalación	Unión mecánica espigo-campana, con empaque de caucho (hule). Esta unión es movable y permite mantenimiento fácil. Unión soldada con soldadura líquida. Esta unión, una vez terminada, es rígida y hace difícil el mantenimiento.																					

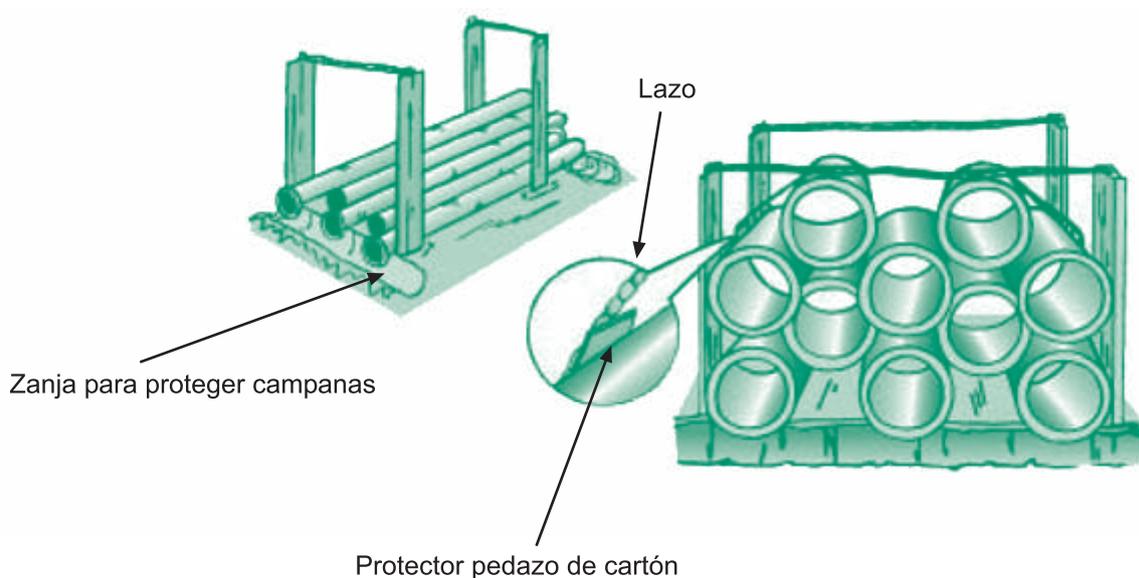
Material	Hierro galvanizado (HG)
Presentación	1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 3/4, 1, 1 1/4, 2, 2 1/2, 3, 4, 6, 8, 10, y 12
Características	Gran resistencia mecánica. Soporta deformaciones antes de romperse. Tolera fuertes presiones. Se oxida fácilmente.
Instalación	Unión espigo y campana. Brida roscada. Espigo doble para soldar a tope. Unión Dresser o unión roscada.

Las tuberías de plástico, como el PVC son muy resistentes a la corrosión proveniente de suelos ácidos.

¿Cómo se transportan y se almacenan las tuberías?

Existen recomendaciones para el transporte y almacenamiento de tuberías, de acuerdo con el material y las características, así:

	Tubería PVC
Transporte	<ol style="list-style-type: none"> 1. En camiones de por lo menos 6 m. de longitud. 2. Colocada en forma horizontal, en (pilas o rimeros o torres) montones que no sobrepasen 1.5 m. de altura. 3. Debe evitarse que las hileras se golpeen entre sí, se rueden o se resbalen. 4. Evitar arrastrar por el suelo o golpear la tubería durante el cargue y descargue.
Almacenamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Almacenarlas por diámetro. 2. Colocarlas siempre sobre piso nivelado. 3. Ubicarlas en hiladas, dejando libres las campanas de unión para evitar que se deterioren, hacer dos zanjas para proteger las campanas de la primera hilada de tuberías. 4. Máxima altura de los montones: 1.5 m. 5. Amarrar los montones entre 4 paralelas, para evitar que se deslicen. 6. No deben estar a la intemperie.



Tubería de asbesto cemento (AC)

Transporte	<ol style="list-style-type: none"> 1. En camiones con barandas que permitan cargue y descargue lateral. 2. Sobre plataformas uniformes. Los tubos no deben sobresalir más de $\frac{1}{4}$ de su longitud. 3. No usar volquetas, ni siquiera para viajes cortos. 4. Nunca descargar por volteo del platón del vehículo. 5. Descargarlas tan cerca de la zanja como sea posible, en el lado opuesto de donde se piensa colocar la tierra excavada de la zanja.
Almacenamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conviene que el piso esté nivelado. 2. Se pueden sobreponer, siempre y cuando las pilas no sean altas. 3. Almacenar en donde la tubería no se rueda, no la tropiecen, ni la golpeen.

¿Qué son los accesorios?

Los accesorios son elementos fabricados casi siempre con el mismo material de las tuberías que sirven para ensamblarlas y repararlas.

¿Qué función tienen los accesorios?

Hacen más fácil la instalación de las tuberías de acueducto, por lo general son del mismo material de las tuberías y tienen las mismas especificaciones de presión.



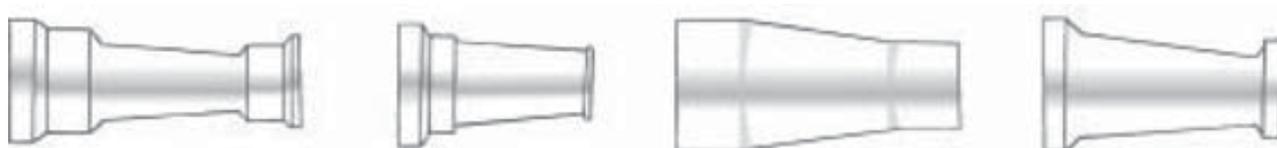
El diámetro y diseño de los accesorios se adaptan a las condiciones de las tuberías a las cuales se conectan. Para el caso de las tuberías de PVC, los accesorios vienen para presión y unión mecánica.

¿Cuáles son los accesorios que se utilizan en las redes de acueductos?

Los accesorios más comunes son:

Uniones: también se llaman juntas. Se utilizan para empatar, prolongar o cambiar la dirección de las tuberías. También hay uniones de reparación.

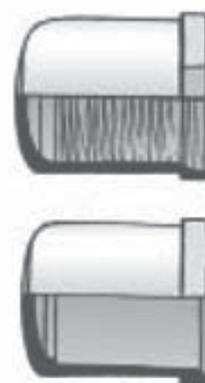
Reductores: se utilizan para cambiar de un diámetro mayor a uno menor o viceversa en un mismo tramo de tubería.



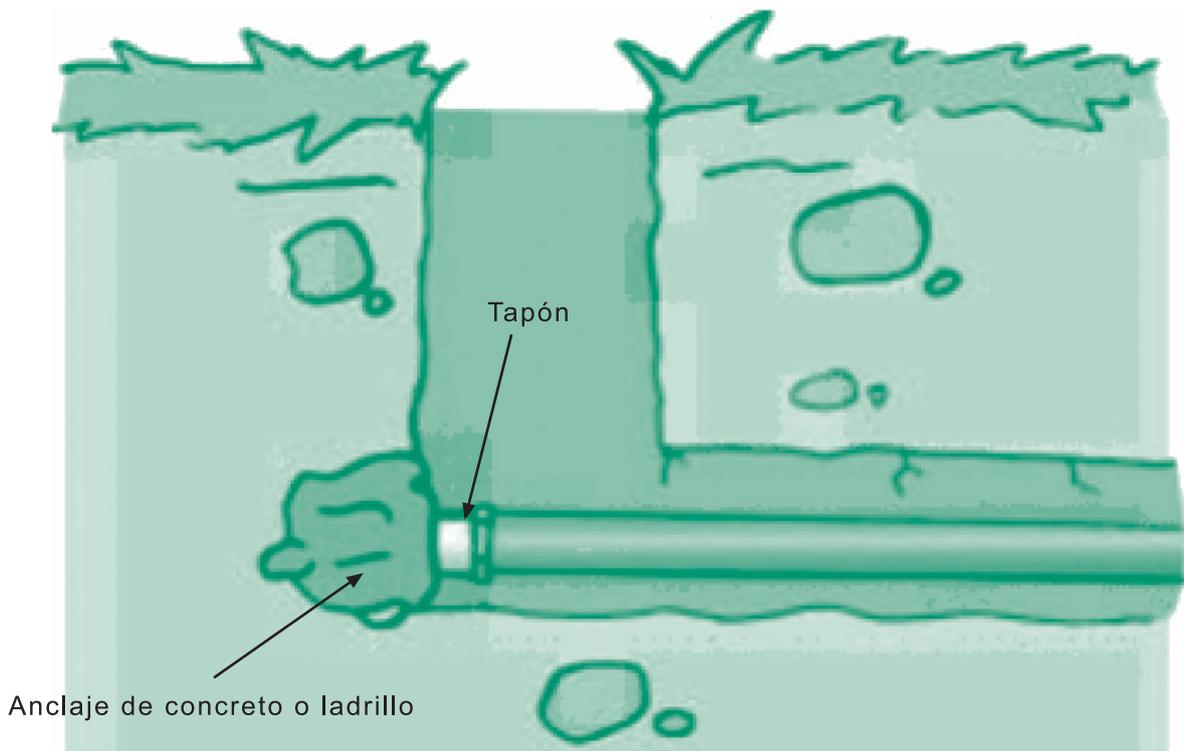
Tapón: los tapones se usan para cerrar el extremo de una tubería o de un accesorio. Existen 2 clases:

1. Tapones machos: son roscados. Cierran la boca o campana de un accesorio o el extremo de una tubería, la cual también debe ser roscada (niple).

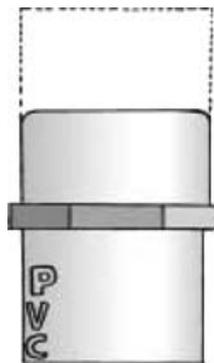
2. Tapones hembras: son lisos. Cierran el extremo de un



Los tapones para tubería de PVC de diámetros mayores de 2 pulgadas son instalados con soldadura líquida, como se muestra en la figura.

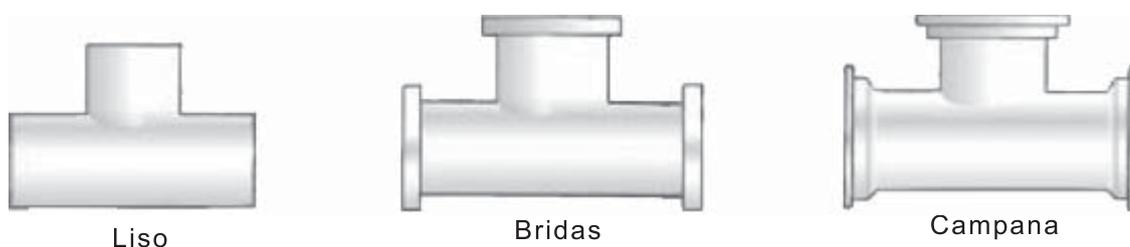


Para obtener mayor resistencia a las presiones de la red, se deben instalar, si los hay disponibles por el fabricante del tubo, tapones roscados. De lo contrario, siempre que se instale un tapón y para evitar que la presión del agua lo desaloje, debe construirse un anclaje en concreto o ladrillo pegado, debidamente apoyado y lo suficientemente pesado. De esta manera se evita que la presión del agua dispere el tapón.

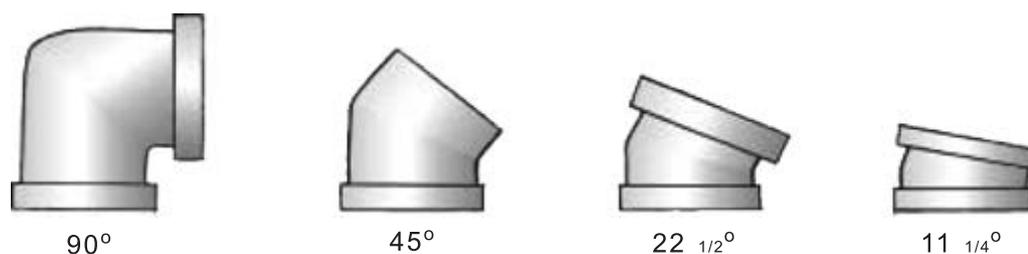


Tees: sirven para unir entre sí tres tramos de tubería que se cortan formando dos ángulos rectos. Su objetivo principal es efectuar derivaciones en las redes del acueducto, dependiendo de su trazado. Se consiguen en diferentes diámetros y materiales.

Hay 3 tipos de tees: con extremos lisos, con bridas y con campana. El tipo de tee se selecciona según el extremo de la tubería o el accesorio que se quiera empatar. Si el accesorio termina en una brida, se necesita una tee con brida.



Codos: son accesorios destinados a efectuar cambios de dirección, horizontal o vertical, o curvas en las tuberías de acueducto a diferentes grados: 90° , 45° , $22\frac{1}{2}^\circ$, $11\frac{1}{4}^\circ$. Son de radio corto o de radio largo y sus extremos vienen con campana, doble campana, extremo liso, con brida o roscados.



Con la tubería de AC o PVC, se utilizan codos de PVC, adaptados para ser instalados con campana, unión o soldados, esto último en el caso de la tubería de PVC.

¿Cuál es la actividad más frecuente que realiza un fontanero en el sistema de acueducto?

El fontanero emplea una gran parte de su tiempo laboral en reparar daños en las tuberías, en sus accesorios y en las conexiones domiciliarias.

¿Cuáles son las principales causas de los daños?

En un acueducto los daños más frecuentes se presentan por las siguientes causas:

- o Asentamiento/hundimiento o desplazamiento del terreno donde están enterradas las tuberías.
- o Las raíces de árboles, rompen, aplastan o mueven las tuberías.
- o Especialmente en los suelos arcillosos, el cambio en la temperatura del ambiente, hace que los suelos se expandan o contraigan causando presiones sobre la tubería, por expansión o contracción de los suelos.
- o Tráfico pesado. Cuando las tuberías están instaladas en las vías, el impacto y el asentamiento producido por las ruedas de los carros, hace que se partan las tuberías cuando no están enterradas a una buena profundidad.
- o Estallido de tuberías por exceso de presión, cambios bruscos de la misma y golpe de ariete.
- o Mala calidad o fatiga de los materiales.
- o Acartonamiento en tuberías de AC.
- o Temblores o movimientos sísmicos. Derrumbes o deslaves e inundaciones.
- o Daños por vandalismo.
- o Falta de mantenimiento.

¿Cómo se reparan los daños?

Se reparan según el tipo de daño y el material de la tubería y accesorios dañados. Cuando es necesario reemplazar un pedazo de la tubería, por más pequeño que sea, deben seguirse los procedimientos descritos en los manuales de instalación y mantenimiento de los fabricantes de tuberías. Se considera que una reparación es similar a la instalación de un tubo de muy poca longitud.

A continuación se presentan algunas recomendaciones generales para la reparación de daños:

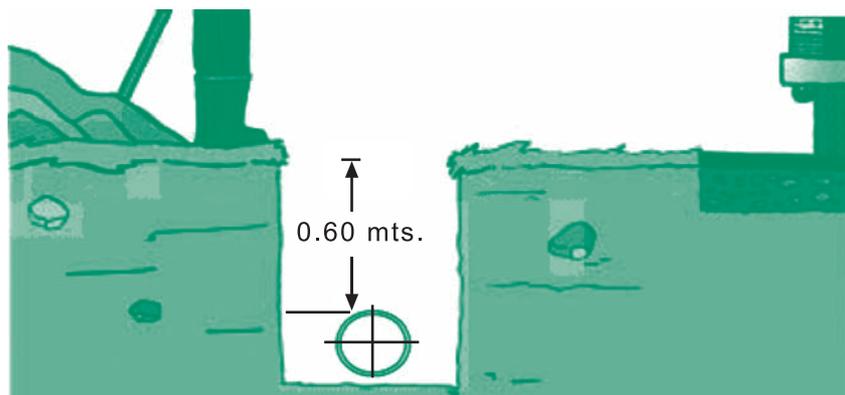
- o Si es necesario suspender el servicio, informar a los usuarios afectados.
- o El fontanero debe tener siempre lista su caja de herramientas con todos los elementos necesarios, incluyendo algunos repuestos y accesorios menores, de uso frecuente en la reparación de daños.
- o Todo daño reportado debe ser reparado en el menor tiempo posible.
- o Se deben aislar y señalizar los sitios de trabajo, especialmente cuando las reparaciones se hacen en la calle.
- o Dejar constancia escrita de la reparación en el formato que se presenta en el anexo.

¿Cuál es el procedimiento para instalar tuberías y accesorios?

El procedimiento depende del tipo de tuberías y accesorios que se quiera ensamblar.

¿Cómo se instalan las tuberías de PVC?

La profundidad mínima para la instalación de las tuberías en las aceras o banquetas de las vías públicas, en caminos peatonales, en caminos de herradura o en zonas de recreación, debe ser por lo menos 0.60 metros, medidos desde la superficie del terreno, hasta el lomo de la tubería.



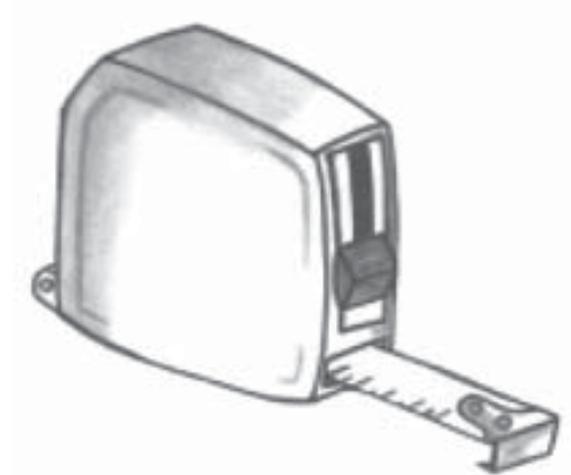
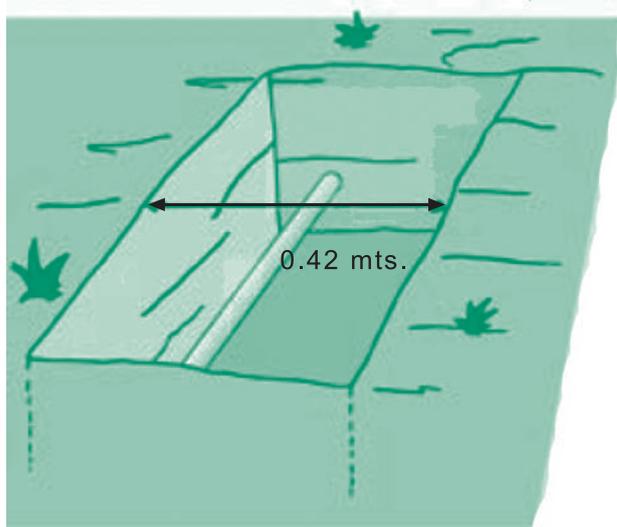
En áreas de cultivo, cruces con carreteras o vías de tráfico pesado, la profundidad mínima debe ser de 1.20 metros.

Cuando la tubería se instala en suelos inestables o sometidos a tráfico pesado, deben tomarse las medidas de protección necesarias, tales como revestimientos de concreto simple, anclajes de concreto reforzado, etc.

La tubería nunca debe quedar expuesta a la superficie. Cuando esto sea imposible, como por ejemplo en un cruce de quebradas o pasos especiales, debe contar con las protecciones adecuadas, que se explicarán más adelante.

Las reparaciones de tramos de tubería deben hacerse en condiciones secas, sacando antes el agua acumulada en la zanja. En este caso, coloque la tubería 10 centímetros por encima del fondo de la zanja, evitando el ingreso de lodo a la red.

La zanja debe tener un ancho mínimo de 0.30 metros adicionales al diámetro exterior de la tubería. Es decir, si el tubo es de 4 pulgadas de diámetro, el ancho mínimo será de 0.42 metros. Generalmente la zanja se excava a mano.



Antes de rellenar la zanja con la tubería instalada, compruebe que la reparación haya quedado bien hecha, es decir que no existan fugas.

Tan pronto haya realizado la verificación de la instalación de la tubería, para protegerla, debe comenzarse a rellenar la zanja. El relleno no se debe hacer con piedras o rocas porque pueden deteriorar la tubería.



Excavación de una zanja

Tipo de relleno para tubería

No es necesario utilizar una capa de relleno especial cuando el fondo de la zanja es de un material suave y fino, que se pueda nivelar fácilmente.

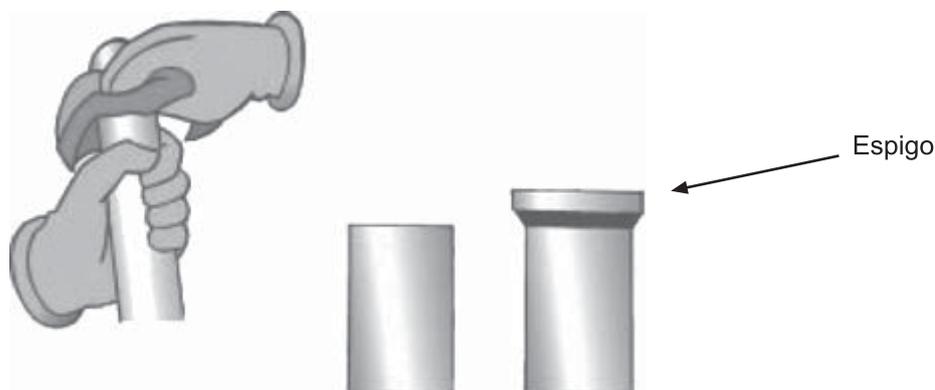
Cuando la excavación se hace en un suelo rocoso y conglomerado de piedra, debe colocarse arena fina u otro material similar, que proporcione una superficie uniforme al nivel en que se va a instalar la tubería. El relleno de la tubería deberá continuarse con este material hasta por lo menos 20 centímetros por encima del lomo de la tubería. El resto del relleno puede hacerse con el material que se sacó de la zanja.

Recuerde que las tuberías rotas o en mal estado pueden permitir el ingreso de agentes contaminantes a la red. Para evitar esto, repare lo más pronto posible los daños de las tuberías o accesorios que produzcan fugas. Si no tiene a mano los materiales, busque apoyo con el Encargado de la Oficina de Servicios Públicos de la Municipalidad.

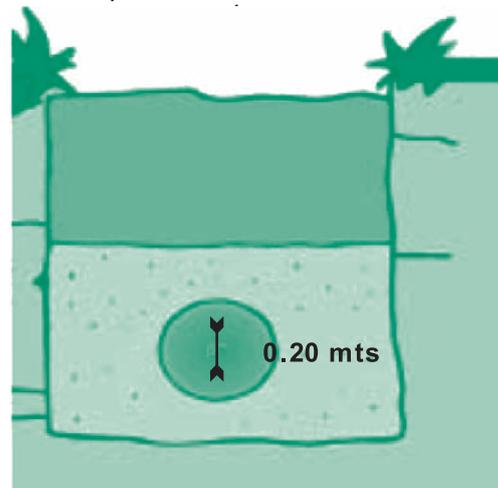
Ensamble y reparación de tuberías

Tuberías PVC (unión mecánica)

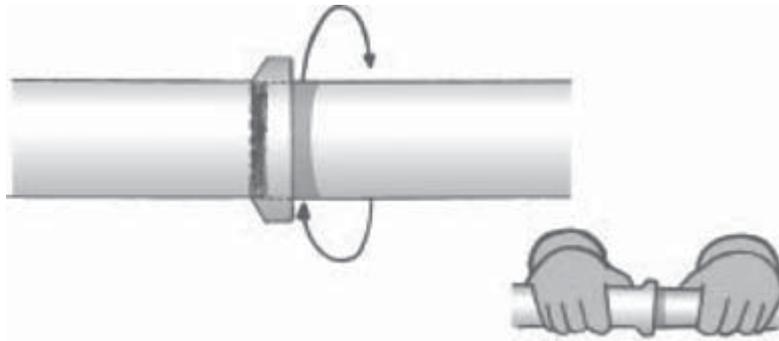
o Limpie cuidadosamente el interior de la campana así como el espigo antes de unir.



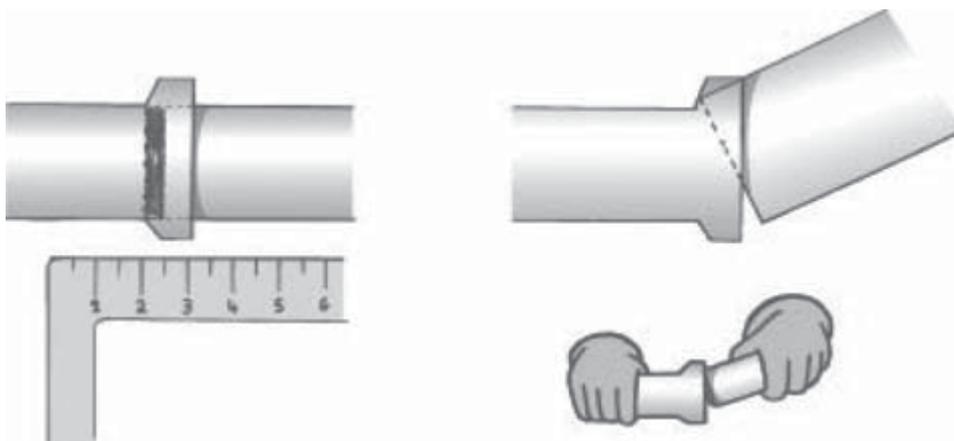
Material que se saca de la excavación.



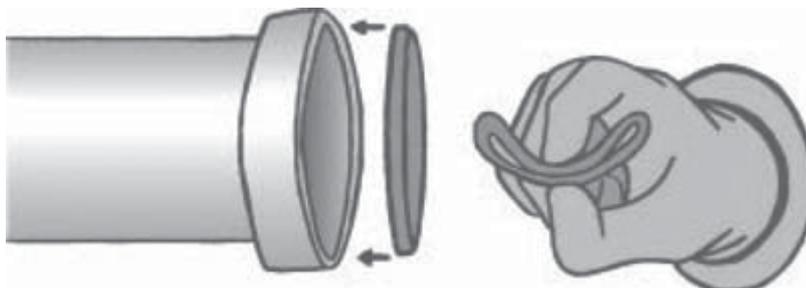
- o Lubrique de manera pareja la mitad de la longitud del espigo. Mueva el espigo de tal forma que apenas penetre en la boca de la unión.



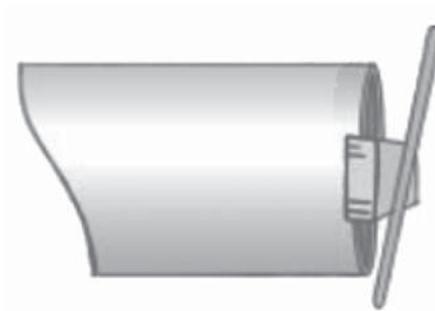
- o Asegúrese de que las tuberías estén alineadas. Nunca trate de introducir el espigo en ángulo.



- o Coloque el anillo de caucho dentro de la ranura de la campana formando la figura de un corazón para que la instalación sea más fácil y segura.



- o Cuando la tubería es menor de 4 pulgadas, para facilitar la unión, gire el tubo una vuelta. Para diámetros superiores, se puede utilizar adicionalmente una barra, a manera de palanca, apoyándola sobre un trozo de madera para presionar la tubería desde el otro extremo.

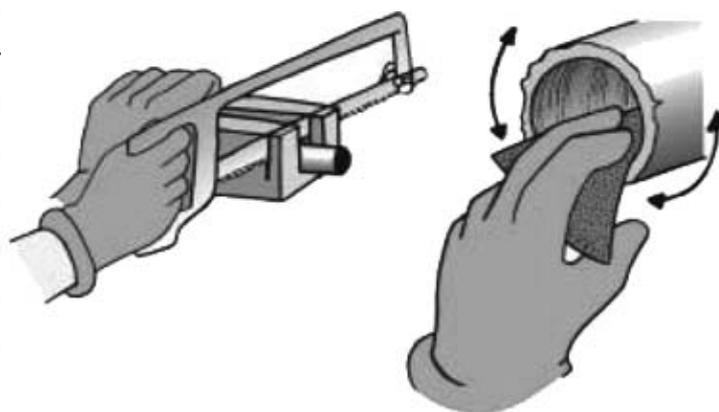


- o No aplique lubricantes al anillo de caucho.

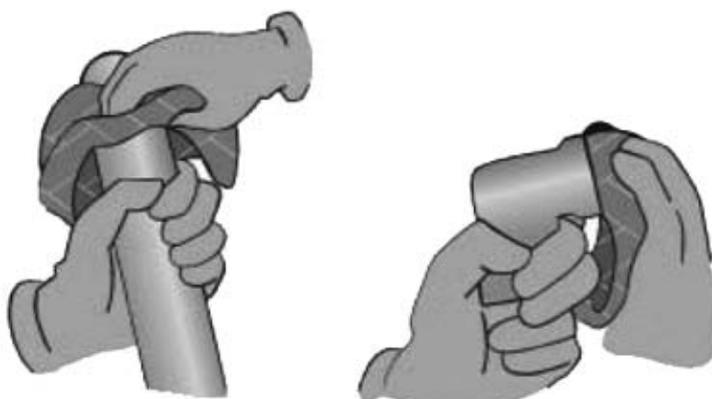
No use jabón, manteca u otra sustancia diferente del lubricante indicado para lubricar el espigo.

Tuberías PVC presión (unión soldada)

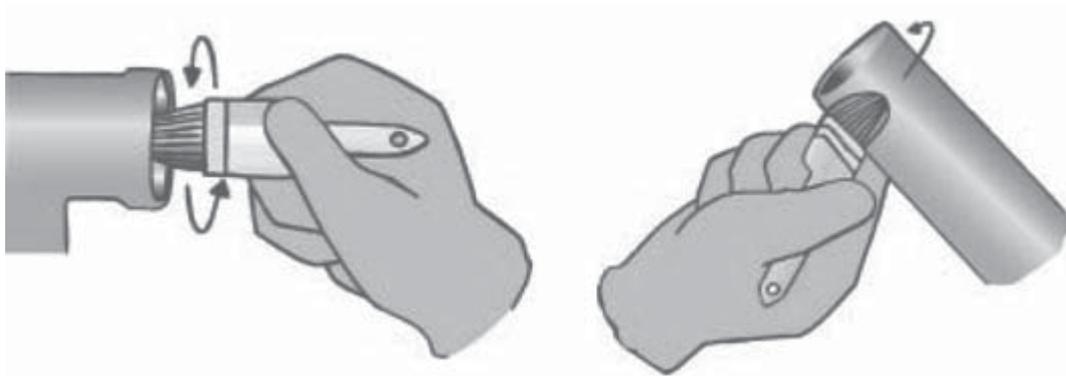
- o Corte el tubo con una segueta y asegúrese de que éste quede a escuadra, es decir el corte debe ser parejo en la boca del tubo. Si en el primer intento no lo logra, repita la operación. Quite las marcas de la segueta usando una lima o papel de lija para que la superficie quede bien lisa. Una vez que esto quede bien hecho, continúe.



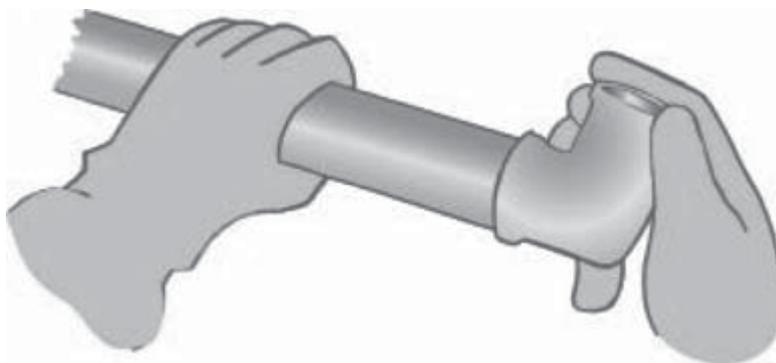
- o Limpie las superficies que va a unir, tanto el tubo como el accesorio, usando un trapo humedecido con limpiador PVC.



- o Pruebe la unión entre el tubo y el accesorio, antes de aplicar la soldadura. El tubo debe penetrar dentro del accesorio entre $\frac{1}{3}$ y $\frac{2}{3}$ de la longitud de la campana. Cuide que el tubo y el accesorio no queden fijos en esta prueba, de tal manera que se suelten fácilmente.
- o Use soldadura líquida de PVC. Aplique suficiente soldadura en el exterior del extremo del tubo, por lo menos en un largo igual a la campana del accesorio, con una brocha de cerda natural.



- o Aplique una capa suave de soldadura líquida (pegamento) en el interior de la campana del accesorio. Una el tubo con el accesorio hasta que exista un buen ensamblaje y gire $\frac{1}{4}$ de vuelta para distribuir la soldadura; mantenga firmemente la unión por 30 segundos.
- o Evite que la soldadura penetre en el interior del tubo. Si esto sucede, seque rápidamente.



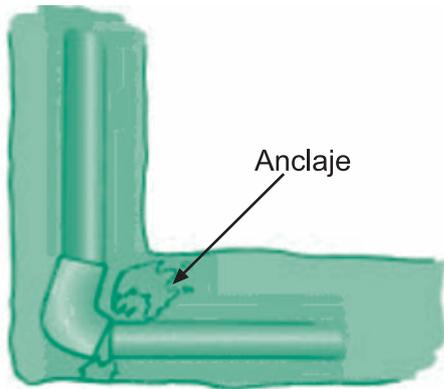
Recomendaciones:

- o Nunca utilice empaques de llantas amarrados con alambre para reparar fugas. Estas soluciones temporales terminan siendo permanentes y causan muchas pérdidas de agua y más tarde dolores de cabeza al fontanero.
- o Siempre utilice tubería de PVC para agua, nunca utilice tuberías para agua de lluvia, riego, redes eléctricas o cualquier otro uso diferente de acueducto.
- o Utilice accesorios para cambios de dirección, nunca caliente la tubería para doblarla y evitar el uso de un codo.
- o No haga una unión si la tubería está húmeda.
- o No trabaje bajo la lluvia.
- o No permita que el agua entre en contacto con la soldadura líquida, ésta solo debe abrirse durante la aplicación a la tubería.
- o Desde la aplicación de la soldadura hasta la terminación de la unión no debe demorarse más de un minuto, por lo tanto, aplique la soldadura cuando haya realizado los pasos anteriores.

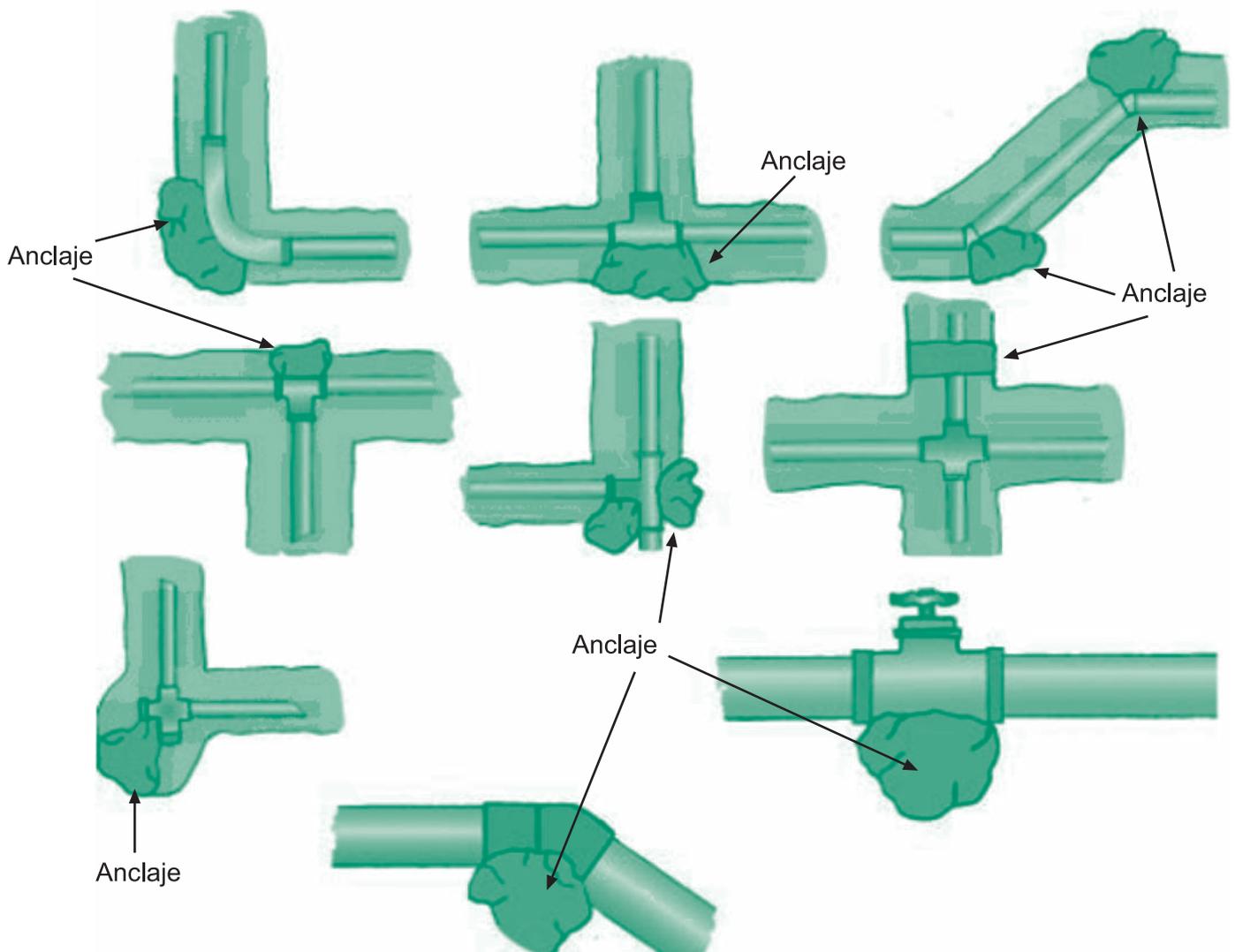
Anclajes

La presión del agua actúa en las paredes internas de las tuberías, produciendo fuerzas de empuje que tienden a desempatar las tuberías, principalmente cuando se usa tubería de unión mecánica. Para contrarrestar esas fuerzas de empuje, hay que empotrar la tubería para mantenerla fija. En los tramos rectos, las tuberías quedan empotradas en el relleno de la zanja. Por lo anterior, es muy importante hacer un relleno cuidadoso de la tubería, para evitar posibles movimientos que la desempaten y causen fugas no visibles.

Cuando la tubería presenta cambios de dirección horizontal o vertical, la presión tiende a zafar la tubería, porque se originan empujes que no se contrarrestan con el empotramiento que da el peso del relleno. En estos casos, el empotramiento debe hacerse con bloques de concreto fundido en el sitio, localizados en el punto opuesto a la dirección en que se produce el empuje.



El bloque de concreto deberá quedar colocado entre el accesorio y la pared de la zanja, para transmitir al terreno las fuerzas de empuje, evitando el despate de las tuberías. Este procedimiento se llama anclaje. En la siguiente figura se ilustran los anclajes de diversos accesorios.



Además de concreto fundido en el sitio, para los anclajes también puede usarse una composición de mampostería de ladrillo y/o piedra pegados con mortero de cemento y arena.

¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento de la red de distribución?

La red de distribución es uno de los componentes del sistema de acueducto a los que hay que prestar mayor atención. Debe funcionar en forma correcta para que el servicio se preste en las condiciones de calidad, cantidad y presión requeridas por los usuarios.

La operación de una red de acueducto consiste principalmente en abrir y cerrar válvulas a la entrada y salida del tanque de almacenamiento y en la red de distribución, con el fin de regular la cantidad de agua que pasa por la tubería y distribuir el flujo para que no se presenten deficiencias en ningún sector de la población.

También es necesario hacer toma de presiones en puntos altos, medios y bajos de la red.

Para esta actividad, utilice los hidrantes o las conexiones domiciliarias, con ayuda de un manómetro. En la figura se muestra un manómetro que se puede instalar en una vivienda, específicamente en un punto terminal como un grifo, o con un adaptador hembra.

Periódicamente se deben revisar los accesorios, para tener seguridad de su buen funcionamiento. En la Tabla 9, se presentan algunas actividades de mantenimiento en la red de distribución.

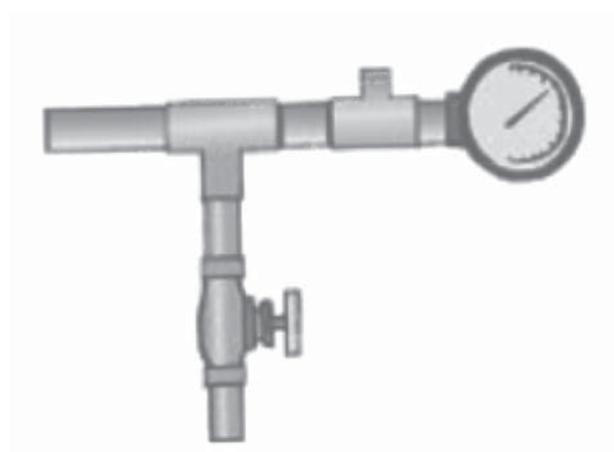


Tabla 9

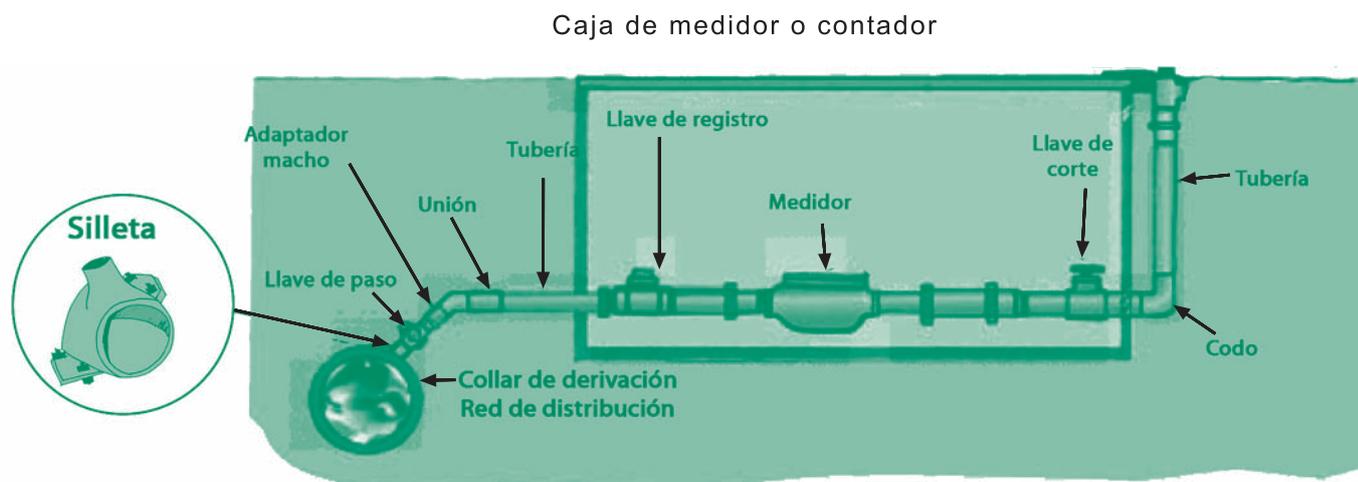
Mantenimiento preventivo de la red de distribución.

Frecuencia	Trabajo a realizar
Diario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compruebe si existen instalaciones clandestinas. 2. Revise y repare fugas en todos los tramos para evitar el desperdicio de agua. 3. Instruya a la comunidad para que informe oportunamente los daños o fugas a la Oficina de Servicios Públicos Municipales.
Semanal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique si el terreno está hundido en la zona donde está instalada la tubería. En caso de presentarse esta situación es necesario excavar porque esto es signo de que existe una posible fuga en la tubería. 2. Observe si las uniones están corridas. 3. Observe si hay humedad o encharcamiento sobre la zona de la tubería. 4. Determine si hay desplazamiento de la tubería por la topografía quebrada. 5. Se debe verificar que el nivel del tanque no baje en las horas de la noche cuando no existe consumo en las viviendas. Si esto sucede verifique que no sea por causa de fugas en la red, desperdicio a nivel domiciliario o uso del agua para fines distintos del uso doméstico.
Quincenal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abra y cierre las válvulas con unas pocas vueltas para evitar que se peguen. Se recomienda aplicar, si es necesario, unas gotas de aceite lubricante.
Mensual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Por lo menos una vez al mes se deben lavar las tuberías para eliminar sedimentos o incrustaciones que se hayan formado. Para realizar esta actividad, se deben abrir las válvulas de purga en la noche y en las horas de más bajo consumo. Si hay hidrantes, dejar salir el agua por estos aparatos durante un rato.

Acometidas domiciliarias

La acometida domiciliaria es el conjunto de tuberías y accesorios que llevan el agua desde la red de distribución hasta la cajilla del medidor que se encuentra a la entrada o en predio de cada vivienda.

De acuerdo con las normas técnicas, las acometidas domiciliarias para viviendas residenciales son de ($\frac{1}{2}$ " ó $\frac{3}{4}$ "). No se deben instalar diámetros mayores, a menos que exista alguna justificación técnica de la entidad prestadora del servicio para autorizar su instalación. En las siguientes páginas, se explica una conexión típica. Este ejemplo puede variar según las circunstancias.

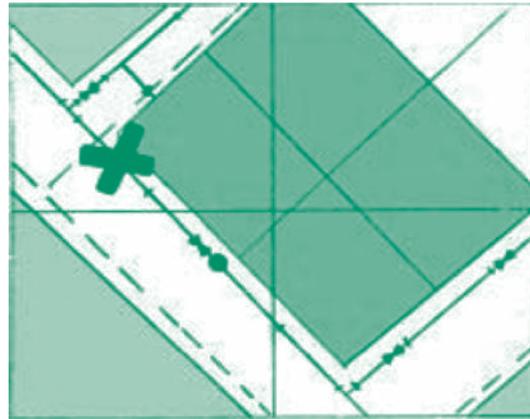


Toda acometida domiciliar consta de los siguientes elementos:

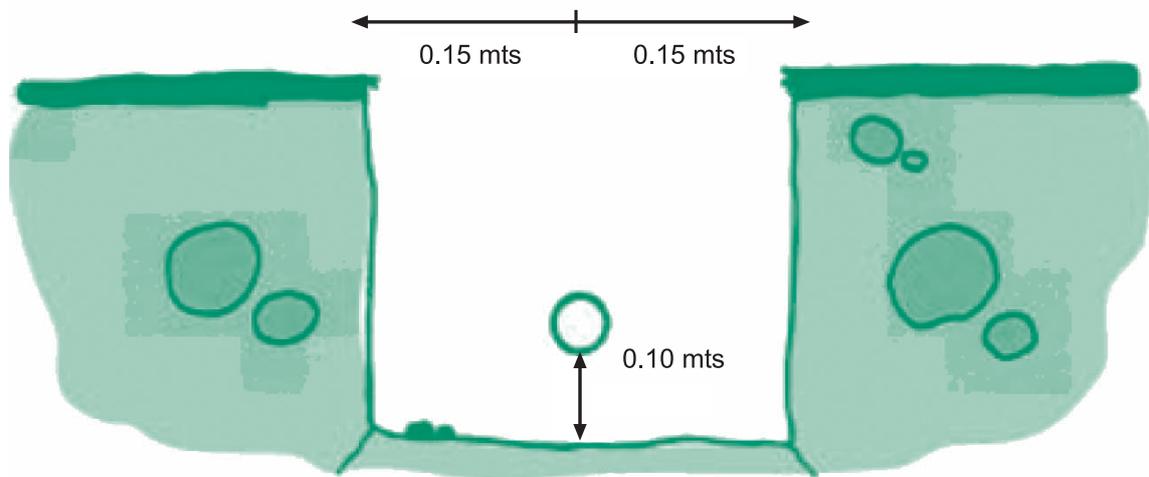
1. **Red de distribución:** de esta se toma el agua que va para la vivienda.
2. **Collar de derivación (silleta):** se ubica sobre la tubería secundaria, su diámetro varía de acuerdo al diámetro del tubo del que se va a conectar. Estos collarines vienen desde 2 pulgadas, con diámetro del orificio de salida hacia la tubería domiciliar de $\frac{1}{2}$ ó $\frac{3}{4}$ pulgadas.
3. **Adaptador macho:** es un accesorio con espiga de rosca, para conectar con un accesorio hembra, también de rosca, del mismo diámetro de la tubería de conexión.
4. **Llave de paso, registro o de corte:** es una válvula que sirve para que se pueda cortar totalmente el servicio de agua. Esta válvula está colocada en los pozos de visita de la municipalidad y solo ella puede accionarla. Se le conoce también como llave municipal o llave de la calle.
5. **Caja del medidor o contador:** es la caja dentro de la cual se coloca el medidor y dos válvulas de corte o de compuerta. El orden en que se colocan estos artefactos es el siguiente: una llave de corte, paso o compuerta, el medidor y la llave de compuerta para cerrar el paso del agua. Las dos llaves se cierran cuando es necesario cambiar el medidor.
6. **Tubería domiciliar:** lo más común en la actualidad es que sea de PVC. Contempla también los accesorios necesarios para sus uniones, cambios de dirección, etc.

¿Cómo se instalan las acometidas domiciliarias?

1. Localice en el plano de la red de distribución, la vivienda a la cual se le va a realizar la conexión y seleccione la tubería desde donde va a iniciar la conexión.



2. Localice la tubería en el terreno y haga una excavación lo suficientemente amplia alrededor del tubo: 0.10 mts. por debajo del fondo y mínimo 0.15 mts. a cada lado del tubo. En total, el ancho de la zanja debe ser de 0.30 mts. más de diámetro del tubo y la profundidad debe ir 0.10 metros más abajo que el tubo.



3. Si la acometida debe cruzar por vía pavimentada y la red se encuentra a una profundidad mínima de 0.80 metros, se deben hacer dos excavaciones enfrentadas; desde la excavación más cercana a la tubería de distribución se pasa la sonda hacia la excavación de la vivienda, pasando por la sub base del pavimento. El paso de la sonda se debe hacer con cuidado para que no destruya las redes de otros servicios.



4. Limpie la tubería para colocar el collar de derivación.
5. Instale el tubo y accesorios necesarios para llevar la acometida hasta la caja del medidor o contador. Es importante instalar una llave de paso o válvula de compuerta, entre el tubo principal (municipal) y la caja del contador. Esta llave es la que se conoce como municipal o llave de la calle y sólo la municipalidad puede tener acceso a ella.

Reparación de las conexiones domiciliarias

Puesto que la mayoría de las instalaciones de agua potable se hacen de PVC, se mencionarán los pasos indispensables para su reparación. Es importante conocer el diámetro de la tubería a reparar.

1. Mida con exactitud el tubo que va a reemplazar. Tenga a la mano los accesorios necesarios si es que los necesita.
2. En caso de necesitar cortar el tubo, utilice una segueta. Se puede utilizar un serrucho, pero el corte no será tan fino como el de la segueta.
3. Lime o lije los extremos de los tubos y/o accesorios. Este proceso ayuda a que el tubo y accesorios se peguen mejor entre sí.
4. Humedezca con un trapo los extremos limados o lijados del tubo y/o accesorios.
5. Luego aplique un cemento especial para PVC (pegamento para PVC), en los extremos de los tubos y/o accesorios de manera uniforme y con rapidez, procurando no dejar grumos de pegamento.
6. Coloque una pieza dentro de la otra hasta que tope. Haga girar el tubo o accesorio lentamente para distribuir mejor el pegamento.
7. Debe tenerse mucho cuidado en colocar los tubos en la posición correcta, porque el pegamento seca muy rápido y después ya no se puede corregir.

Reparación en instalaciones de agua y alcantarillado

Las fallas más comunes son las fugas, que pueden darse en la tubería; en las llaves o válvulas y en la loza sanitaria como los retretes (inodoro), duchas, pilas, etc. Las fugas pueden ser de dos tipos:

- o **Expuesta:** las que son visibles en una tubería, válvulas o loza sanitaria.
- o **Cubierta:** las que no se ven porque están en los tubos o accesorios que están dentro de las paredes o bajo el piso o suelo.

¿Cómo se reconocen las fugas expuestas?

Por su ubicación, las fugas expuestas generalmente se dan en la unión de dos tubos, a través de los diferentes accesorios como los codos, tees, nipples, etc. También se dan entre la unión de los tubos y las llaves o válvulas. Puesto que los fontaneros municipales también atienden las instalaciones dentro del edificio municipal, es importante considerar las fugas expuestas que se dan entre los tubos y la loza sanitaria, por ejemplo, la conexión entre un retrete y la tubería de agua potable, así también la de un lavatrastos o una pila y los grifos (chorros) de los jardines y áreas públicas.

¿Cómo se reconocen las fugas cubiertas?

Las fugas cubiertas son relativamente difíciles de localizar, inclusive pueden llegar a afectar los intereses de los vecinos. Es por esta razón, que entre los vecinos y la municipalidad debe haber una buena comunicación y un medio establecido para poder reportarlas. Generalmente las fugas cubiertas se detectan a través de manchas de humedad en la calle, banquetas y viviendas. Estas manchas pueden ser oscuras (moho) o blanquesinas. La presencia de sal o desprendimiento de repello y pintura en las paredes, puede ser un indicador de una fuga cubierta. Puede suceder también que el repello y/o pintura se infle o ampolle, cuando hay fugas.

Para reparar una fuga expuesta o cubierta en un tramo de red de agua

- o Cierre las llaves de paso que alimentan esta tubería. Esta llave se encuentra dentro de los pozos de visita o cajas de registro municipales.
- o Abra la llave de limpieza o purga para vaciar el agua que todavía queda en los tubos.
- o Si dentro del tramo no existe una llave de limpieza por donde vaciar la tubería, busque una llave (grifo público) donde lo pueda hacer. Si dentro del tramo donde existe la fuga hay viviendas, es factible también, solicitar a uno o varios vecinos que abran las llaves de su casa para que el agua salga a través de las conexiones domiciliarias.
- o Si la fuga está cubierta, con un cincel y martillo rompa con cuidado el lugar donde se encuentra la mancha de humedad, hasta descubrir la tubería afectada.
- o Si la fuga es cubierta localice exactamente donde "llora" la tubería.
- o Seque perfectamente el tubo dañado con trapo.
- o Si la fuga es pequeña, puede repararla con plasticina epóxica

- o Si el defecto es mayor, y dependiendo del material del tubo, puede soldarlo o cambiar la pieza o accesorio por uno nuevo. Recuerde que para cambiar las piezas, es necesario una segueta y lijar los extremos de los tubos con una lija de agua.
- o Luego de asegurarse que la tubería está bien soldada o pegada, abra las llaves de paso, para verificar que el problema ya no existe.
- o Finalmente, repare la calle, banquetta o muro que rompió en el caso de las fugas cubiertas.

Para reparar una fuga expuesta o cubierta dentro de la vivienda

- o Cierre la llave de paso (llave de globo, compuerta, etc.) que se encuentra en la caja del contador o medidor, para evitar que siga pasando agua por la tubería. Si existe, cierre también la llave de salida del depósito, aljibe o tinaco.
- o Abra alguna llave de su casa para vaciar el agua que todavía queda en los tubos.
- o Si la fuga está cubierta, con un cincel y martillo rompa con cuidado el lugar donde se encuentra la mancha de humedad, hasta descubrir la tubería afectada.
- o Si la fuga es cubierta localice exactamente donde "llora" la tubería.
- o Seque perfectamente el tubo dañado con trapo.
- o Si la fuga es pequeña, puede repararla con plasticina epóxica.
- o Si el defecto es mayor, y dependiendo del material del tubo, puede soldarlo o cambiar la pieza o accesorio por uno nuevo.
- o Luego de asegurarse que la tubería está bien soldada o pegada, abra la llave de paso en la caja del medidor o contador y la llave de salida del depósito, aljibe o tinaco para verificar que el problema ya no existe.

¿Las fugas de alcantarillado son iguales?

La instalación sanitaria de una red municipal está construida por tubos de cemento o PVC, dependiendo de la ubicación, diámetros y usos de los mismos.

Consta básicamente de una línea o tubería que recoge las aguas servidas o de desagüe de una vivienda (cocina, baños, pilas de lavar, etc.) hasta el alcantarillado de la calle. Este alcantarillado de la calle puede ser una línea o tubería principal o secundaria.

Si la fuga se da en una tubería de PVC, estas pueden ser reparadas sellando la grieta con un pegamento especial para PVC o sustituyendo un tramo o sección del tubo dañado. Los pasos para sustituir y unir nuevamente tramos de tubería de PVC con campanas sencillas son los siguientes:

- o Mida con exactitud el tubo que va a reemplazar.
- o En caso de necesitar cortarlo, utilice una segueta.
- o Lime y/o lije los extremos de los tubos para que queden lisos.
- o Humedezca luego un trapo con líquido limpiador de PVC (se consigue en ferreterías) y limpie el extremo del tubo y el interior de la campana que va a unir.
- o Después aplique el pegamento especial para PVC en el tubo y la campana, de manera uniforme y con rapidez procurando no dejar grumos de pegamento.
- o Para terminar, coloque una pieza dentro de la otra hasta el tope y haga girar el tubo lentamente para distribuir mejor el pegamento.
- o Debe tenerse mucho cuidado de colocar los tubos en la posición correcta, porque el pegamento seca muy rápido y después ya no se puede corregir.

En caso de utilizarse campana a presión, proceda así:

- o Limpie las partes que se van a unir con el limpiador de PVC.
- o Coloque en el interior de la campana el empaque o anillo de hule.
- o Ponga lubricante para PVC en la parte del tubo que se va a meter en la campana.
- o Para terminar, introduzca el tubo en la campana hasta el tope.

Si hay fugas en un tubo de concreto lo mejor es cambiarlo por otro.

Si se presenta fuga entre el collar de derivación y el tubo matriz, usted debe hacer lo siguiente:

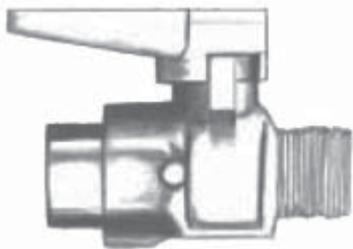
1. Localice la fuga y cierre las válvulas para aislar el tramo donde va a trabajar. Ajuste el collar de derivación para que desaparezca la fuga.
2. Abra la válvula que controla el flujo de agua, para verificar que no haya fuga. Si ésta continúa cierre la válvula.
3. Revise si el collar se encuentra deteriorado y por lo tanto requiere cambio. Para su cambio realice el mismo procedimiento señalado anteriormente.

Accesorios de control

Son aquellos dispositivos que se colocan en la tubería de distribución, de conducción, y en algunas estructuras, con el fin de controlar o suspender el paso de agua, de acuerdo con las necesidades de operación y mantenimiento. Estos accesorios facilitan los trabajos relacionados con empates de nuevas tuberías a la red y reparación de daños en las estructuras del sistema de abastecimiento. Se deben instalar donde indiquen los estudios y diseños. A continuación se hará referencia a las válvulas como accesorios de control.

Válvulas

Válvula de purga



Ventosa



Válvulas de corte: se utilizan para aislar tramos de tuberías en caso de posibles daños. Se deben instalar al comienzo y al final de la conducción y cada 1,000 metros de tubería. Existen diferentes tipos de válvulas de corte, las cuales se describen a continuación:

- 1. Válvulas de compuerta:** estas válvulas tienen uno o dos discos de bronce, dentro de una carcasa de hierro fundido, que se deslizan transversalmente a la dirección del flujo, regulando el paso del agua. La carcasa tiene unas guías internas de asiento del mismo diámetro de la tubería, para que los discos encajen en ellas cuando la válvula está completamente cerrada. Los discos o compuertas se suben o bajan mediante un vástago de tornillo y una tuerca, que giran. Por lo general tienen extremos lisos con diámetros exteriores para usar con unión mecánica, en el caso de la tubería PVC, y también las hay de brida o campana.



Estas válvulas son de construcción sencilla, de apertura y cierre lentos, lo cual evita golpes de ariete. Pueden ser reparadas en el sitio sin necesidad de ser retiradas. Sirven para vaciar completamente una estructura, bien sea para mantenimiento o reparación. Son muy comunes a la salida de las plantas de tratamiento y en la red de distribución. Permiten regular el caudal según la necesidad.

- 2. Válvulas de mariposa:** se instalan para el cierre o apertura del paso de agua dentro de tuberías de diámetros entre 2 y 24 pulgadas (tuberías de conducción o redes matrices).



Consisten en una carcasa, generalmente de hierro fundido, con el mismo diámetro de la tubería y dentro de la cual va instalada una lenteja circular que gira 90° alrededor de su eje. Estas válvulas se ubican dentro de cajas de concreto.

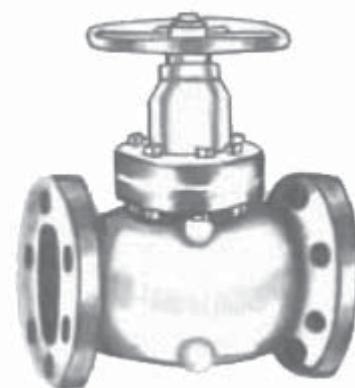
Para que el movimiento de la lenteja sea lento y así evitar golpes de ariete, las válvulas tienen piñones que reducen la velocidad del movimiento.

- 3. Válvulas de globo:** el principio de funcionamiento de estas válvulas es el que se aplica en los grifos de los lavamanos, duchas, etc. Se utilizan generalmente para tuberías con diámetros menores a 4 pulgadas de diámetro.

Una válvula de globo está compuesta por un disco que, cuando se da vueltas a la manija, se dirige hacia abajo y cierra el paso del agua.

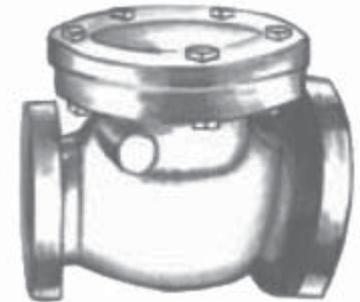
Este tipo de válvulas presenta fugas por la manija, cuando se desgasta el empaque que está en el eje de la válvula. Para cambiar el empaque realice los siguientes pasos:

1. Suspenda el flujo del agua.
2. Afloje la manija y saque el casquete donde está el empaque.



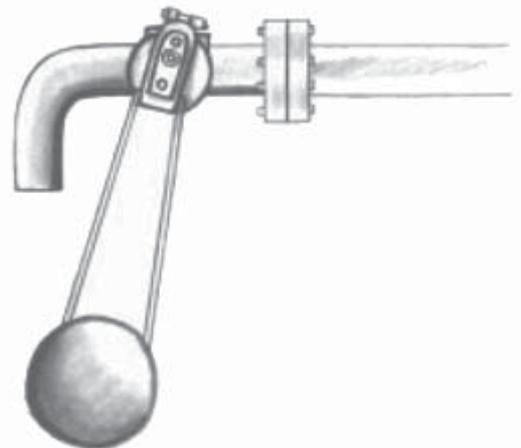
3. Deslice el nuevo empaque alrededor del tallo de la válvula.
4. Ajuste nuevamente y ponga en servicio la válvula.

4. Válvulas de retención o cheque: se usan para evitar que el agua se devuelva por la misma tubería. Su construcción es muy sencilla; consta de una cámara con una aleta que se abre al entrar el agua y se cierra cuando el agua trata de devolverse.



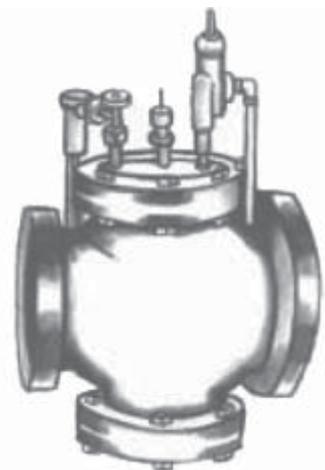
5. Válvulas de flotador: la función principal de una válvula de flotador es mantener un nivel fijo de agua en una estructura, bien sea un tanque de almacenamiento o una cámara rompe presión.

Cuando el agua ha llegado al nivel de control, la válvula cierra el paso de agua. Cuando el nivel de agua baja, la válvula se abre y permite el paso de agua.



6. Válvula reguladora de presión (VRP): la función principal de una válvula reguladora es disminuir la presión en los sitios donde ésta se encuentra por encima de su valor permitido; es decir, que no sobrepase su nivel máximo de 60 m.c.a.

Estas válvulas se requieren en los sitios de topografía quebrada o de pendientes fuertes y se instalan en las tuberías principales. Se ubican principalmente entre el desarenador y el tanque de almacenamiento o entre el tanque de almacenamiento y la red, cuando el tanque está ubicado en sitios muy altos.



La revisión de la presión a la salida de la válvula debe hacerse con ayuda de un manómetro.



Estas válvulas deben instalarse en cámaras cerradas, para evitar que personas ajenas las manipulen. La reparación de estas válvulas la debe hacer personal técnico en un taller especializado.

Operación de válvulas

1. Abra y cierre las válvulas lentamente cuando se requiera, para evitar golpe de ariete.



2. No permita que las válvulas se cierren forzosamente, evite que se peguen.
3. Las válvulas deben tener una tarjeta de control con los siguientes datos: sitio y fecha de instalación, tipo, marca, diámetro, fechas de mantenimiento y estado.

Mantenimiento de válvulas

Si se necesita cambiar una válvula por presencia de fugas, daños o porque al cerrarlas dejan pasar agua, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

1. Ubique en el plano la válvula que debe ser retirada.
2. Suspenda el servicio de agua en la zona donde está la válvula que se va a retirar.
3. Excave alrededor de la caja para sacarla y así facilitar la reparación o cambio.
4. Retire de la válvula y los accesorios que la ajustan, bien sea la unión de reparación, niple, etc.

5. Saque la válvula para su reparación. Si debe cambiar algún accesorio en el sitio, hágalo rápidamente, de lo contrario lleve la válvula al taller de reparación y coloque en su lugar una válvula de repuesto.
6. Aproveche para hacerle una buena limpieza a la válvula y para aceitar sus componentes. Si durante esta labor encuentra algún otro componente dañado, cámbielo.
7. Coloque nuevamente la válvula como estaba, utilizando para ello cinta teflón, sellante o pegador.
8. En caso de que no exista válvula de repuesto para reemplazar la que se va a llevar al taller, instale en su lugar un accesorio, para continuar con el suministro de agua mientras llega la válvula reparada. Instale el accesorio más adecuado, de acuerdo con los empates que tenga la válvula. Por ejemplo, si es con unión mecánica, instale un niple liso; si es con brida, quítela y déjela para instalar con el niple liso; si es con unión universal, pegue con soldadura líquida un niple con dos uniones fijas, una a cada extremo.

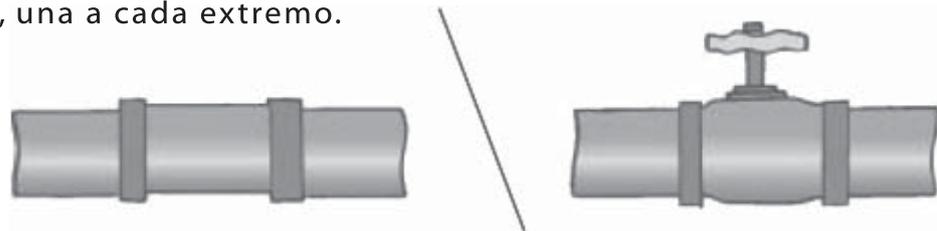


Tabla 10

Formato de control de actividades de mantenimiento correctivo.

Frecuencia	Trabajo a realizar	Herramientas
Diario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revise que no existan fugas, si las hay repárelas. 2. Si encuentra operadores o manijas trabadas o faltantes repóngalos. 3. Retire los elementos extraños y la suciedad que encuentre dentro de la caja de operación de la válvula. 	Llave de boca fija, barra, pala, pico, llave inglesa. Llave para operar válvulas.
Mensual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drene y limpie las cajas que protegen las válvulas para evitar que se dañen. 	Balde, cepillo. Llave para operar válvulas.
Trimestral	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique el estado, la apertura y el cierre de las válvulas. Engrase los mecanismos de operación y los tornillos de las uniones de montaje 	Aceite, destornillador, llave de boca fija, llave inglesa. Llave para operar válvulas.
Anual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pinte las válvulas para evitar la corrosión y las tapas de la cajilla con color naranja. 	Pintura anticorrosiva, brocha, thinner. thinner. Llave para operar. válvulas.

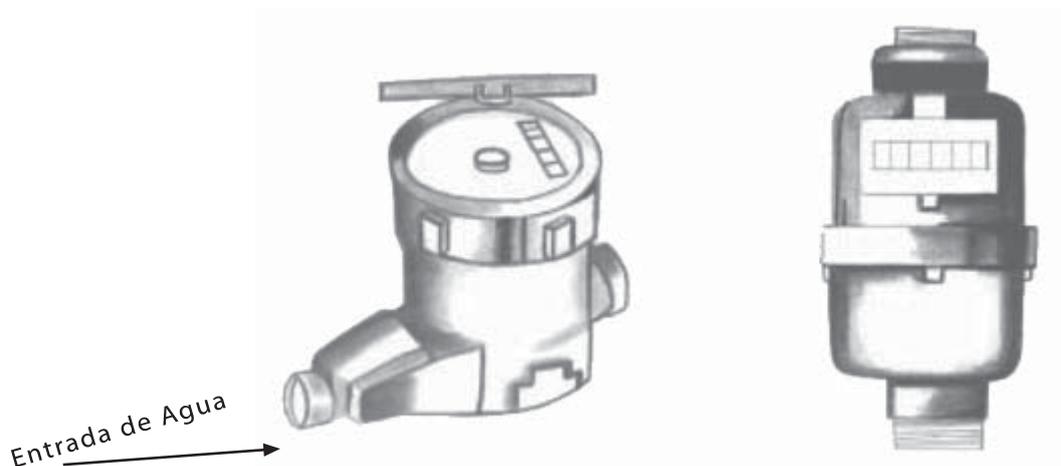
Micromedidores

Son los aparatos que se instalan en la acometida domiciliaria, para medir el consumo en cada vivienda y cobrar a cada usuario de acuerdo con la cantidad de agua que gasta.

Tipos de medidores

En un acueducto es muy importante elegir cuidadosamente los medidores, para obtener la máxima precisión posible en la medición del consumo. Existen dos tipos de medidores en el mercado: los medidores de velocidad y los medidores volumétricos. A continuación se presenta una descripción de estos tipos de medidores.

- 1. Medidores de velocidad:** el principio de funcionamiento de los medidores de velocidad consiste en hacer pasar el agua por una cámara dentro de la cual se coloca una turbina. El agua, al golpear la turbina en uno o varios puntos, la hace girar. La velocidad de giro de la turbina es proporcional a la cantidad de agua que pasa a través del medidor.



- 2. Medidores volumétricos:** registran el número de veces que el agua llena una cámara de volumen determinado.

Son muy eficientes y sensibles para registrar los caudales altos y bajos, requieren de agua libre de impurezas, especialmente de arenas.

Relación entre la calidad del agua y el funcionamiento del medidor.

La calidad del agua en la red de distribución es importante para determinar la duración y la sensibilidad del medidor. Entre más sedimentos tenga el agua, más expuesto está el medidor a frenarse.

La turbiedad es un buen indicador; si la turbiedad es menor a 5 UNT (unidades de turbiedad del agua), cualquier tipo de medidor trabaja sin dificultad. Con turbiedades mayores a 5 UNT, el desgaste interno de los medidores se acelera. Por lo tanto, cuando la turbiedad es mayor se deben conseguir medidores resistentes a este tipo de situaciones.

A pesar de que el agua sea de buena calidad, los medidores sufren un desgaste natural por el uso y deben cambiarse periódicamente.

Se estima que un medidor debe cambiarse cuando registre un volumen acumulado entre 2,500 y 3,000 m³, lo cual equivale a un tiempo de uso aproximado de 9 años, si está instalado para medir el volumen en una vivienda.

Para acueductos sin planta de tratamiento no se recomienda la instalación de micromedidores, a menos que el agua sea de buena calidad. En caso de que se instalen medidores, éstos deben ser resistentes a altas turbiedades.

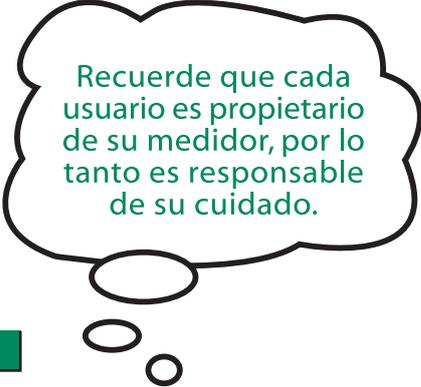
Recomendaciones para instalar los medidores.

- o Los medidores deben ubicarse en zonas públicas de fácil acceso, para efectuar las lecturas de consumo y el mantenimiento respectivo. En lo posible se debe evitar que el fontanero tenga que entrar a las propiedades para efectuar estas labores.
- o Conservar tramos rectos de 2 a 5 metros antes y después del medidor.
- o El medidor debe estar protegido contra condiciones climáticas extremas.
- o Se debe instalar en sitios rígidos, bien sea sobre muros o aceras.
- o No instale los medidores en zonas húmedas o pantanosas.
- o Cada medidor debe estar ubicado dentro de una caja protectora.

Tabla 11

Mantenimiento preventivo de medidores.

Frecuencia	Trabajo a realizar
Cada vez que se realice la lectura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revise que no existan fugas, y si las hay repárelas o programe su reparación. 2. Verifique que el medidor esté registrando el consumo. 3. Observe que no existan elementos extraños dentro de la caja; límpiela. 4. Revise que no haya deterioro del medidor. 5. Registre en el formato lo encontrado e informe al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales. 6. Verifique que el consumo en la vivienda corresponda a lo real (una forma es consultar en la municipalidad la información de los consumos anteriores del usuario); si hay dudas, identifique la causa y repórtela al propietario. 7. Si se presenta una anomalía debido al deterioro del medidor, programe su retiro para llevarlo al banco de medidores para ser observado (en caso de que la municipalidad disponga de éste o tenga suscrito un contrato con otras empresas para realizar esta revisión); instale un medidor provisional. 8. Si la anomalía se debe al daño del medidor, programe su cambio. 9. Si se debe a una alteración en el funcionamiento normal del medidor por parte del usuario o por conexiones fraudulentas antes del medidor, informe al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales y actúe de acuerdo con el reglamento. 10. Si se debe a fugas al interior de la vivienda, recomíendele al usuario que las corrija.
Cada dos años	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hágale mantenimiento preventivo al medidor, si es necesario calíbrelo.



Recuerde que cada usuario es propietario de su medidor, por lo tanto es responsable de su cuidado.

Tabla 12

Problemas más frecuentes en los acueductos y formas de solucionarlos.

Problema	Solución
1. Disminución de la cantidad del agua en la fuente.	Haga una inspección de la microcuenca para identificar talas, nuevas construcciones, quemas, eliminación de la capa vegetal, etc. Identifique tomas de agua fraudulentas o represamientos aguas arriba del nacimiento del acueducto. Informe al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales.
2. La calidad del agua de la fuente se ha deteriorado aumento del color y sedimentos.	Haga inspección de la microcuenca para identificar talas, nuevas construcciones, cultivos, cochiqueras, potreros, eliminación de la capa vegetal, ausencia de aislamiento, etc. Identifique descargas de aguas residuales, aguas arriba del nacimiento. Informe al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales.
3. El tanque de captación se tapa con frecuencia.	Limpie periódicamente la rejilla. En lo posible proteja el área cercana al nacimiento.

Problema	Solución
	Informe al Encargado de Servicios Públicos Municipales y si es necesario busque apoyo con otras instituciones o el INFOM.
4. No llega la cantidad de agua necesaria al tanque de almacenamiento.	<p>Revise los componentes del acueducto desde el nacimiento hasta el tanque de almacenamiento, verificando:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fugas: si las encuentra, repárelas. 2. Obstrucción en las tuberías o en las válvulas: si encuentra, introduzca una sonda para su limpieza. Opere o instale las válvulas de purga y las ventosas. 3. Conexiones fraudulentas: si las hay, informe al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales para que éste tome los correctivos necesarios. 4. Problemas en la microcuenca: lea las soluciones a los problemas 1 y 2.
5. El desarenador no funciona porque hay turbulencia en el compartimiento principal.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mida el caudal en la entrada del desarenador. Si éste es menor o igual al caudal de diseño, la estructura tiene problemas de construcción o diseño. Corrija con asesoría externa. 2. Si el caudal medido es mayor al caudal de diseño, ajústelo. 3. Ponga en marcha un programa de uso eficiente del agua y control de fugas. 4. Si el caudal medido es mayor al caudal de diseño, pero es el que se necesita, haga gestiones para ampliar la estructura.
6. No es posible impedir la entrada de agua al sistema.	<p>Revise la válvula de entrada en la captación. Si es posible hágale mantenimiento; si está en mal estado o no funciona, cámbiela. Si no existe válvula, realice gestiones para la instalación, en caso de ser necesaria.</p>
7. El agua se rebalsa por el desarenador humedeciendo el terreno y desestabilizándolo.	<p>Se pueden presentar varios casos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique que el vertedero de excesos o el rebalse, ubicado a la entrada de la estructura, no haya sido taponado. 2. Si no hay vertedero de excesos o rebalse, hay que construirlo y conectar la salida de agua a la tubería de desagüe. 3. Si no hay tubería de desagüe, instalarla con descarga hacia la fuente, con apoyo de un maestro de obra. <p>En todos los casos se debe pedir apoyo a la Oficina de Servicios Públicos Municipales para mejorar el desarenador.</p>
8. Presencia de aire en las tuberías de conducción.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique que las ventosas funcionen correctamente. En caso de que encuentre deficiencias, haga el mantenimiento respectivo o cambie la ventosa defectuosa. 2. Compruebe que el nivel de agua, en la cámara de salida del desarenador, esté siempre por encima de la boca del tubo de salida; de lo contrario busque asesoría. 3. Cuando haga mantenimiento al desarenador, en lo posible, no deje la tubería sin agua. Debe cerrar primero la válvula de salida antes de desaguar el desarenador.

Problema	Solución
9. Taponamiento de las tuberías.	1. Sondee la tubería, aprovechando las válvulas de purga existentes. Si no hay válvulas de purga, instálaslas. Evite en lo posible el paso de arena y material grueso hacia la conducción, limpiando con frecuencia el desarenador durante las épocas de invierno.
10. La tubería se rompe con frecuencia.	1. Cuando abra o cierre la válvula, hágalo lentamente, para evitar cambios bruscos de presiones que puedan reventar la tubería. El sol daña las tuberías, protéjalas. 2. Asegúrese de que la tubería esté anclada correctamente en los tramos que se requiere. 3. Las tuberías de PVC nunca deben quedar expuestas a la intemperie, cúbralas. 4. Cuando realice un cambio de tubería asegúrese de que sea para la misma presión de trabajo del tubo o el mismo RDE, la cual está marcada en el tubo. 5. Verifique que no se presenta inestabilidad del terreno por fenómeno natural o por humedad en zonas críticas.
11. El tanque de almacenamiento no tiene tubería de ventilación.	1. En lo posible, mantenga el agua en movimiento dentro del tanque. Esto se consigue con caída permanente de agua al tanque para que haya oxigenación. El tanque no debe estar completamente lleno por más de 4 horas. Si de noche el tanque se llena hasta rebalsarse, cierre la válvula de entrada hasta controlar el rebalse. Estas son soluciones transitorias mientras se instalan los tubos de ventilación con sus gorros de protección.
12. El tanque de almacenamiento no tiene tapa sanitaria.	Evite el ingreso de aguas de escorrentía y objetos extraños al tanque, construyendo un muro protector de 5 cm. de alto, alrededor de la boca de acceso al tanque; sobre este muro coloque la nueva tapa.
13. El fondo del tanque no tiene pendiente hacia la tubería de desagüe.	Consiga los recursos necesarios para colocar un sobrepiso, con pendiente mínima del 2%, hacia la tubería de desagüe.
14. En el tanque no existe tubería de paso directo hacia la red.	1. Para no suspender el suministro de agua a la comunidad cuando se esté lavando el tanque, instale una tee en la tubería de entrada al tanque, de antes de la válvula y coloque una tubería que pase lateralmente por él y se conecte a la línea de conducción, después de la válvula de salida del tanque. 2. Instale una válvula de control al comienzo de la tubería de derivación.
15. Rupturas frecuentes en la red de distribución.	1. La apertura y el cierre de las válvulas debe hacerse lentamente para evitar cambios bruscos de presiones que pueden reventar la tubería. 2. Verifique que la tubería esté anclada correctamente en los tramos que se requiere. (Ver capítulo de anclajes). 3. Evite que las tuberías de PVC queden expuestas a la intemperie, cúbralas. (Ver capítulo de tuberías). 4. Cuando haga cambio de tubería cerciórese de que sea para la

Problema	Solución
16. Puntos altos de la red sin servicio de agua.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Repare fugas y daños en tuberías, válvulas y accesorios de la red de distribución. 2. Promueva el uso eficiente del agua en las viviendas localizadas en las zonas más bajas. 3. Si el problema continúa después de ejecutar las recomendaciones anteriores, consulte con un experto.
17. Presiones altas en la red de distribución.	<ol style="list-style-type: none"> 1. La apertura y el cierre de las válvulas debe hacerse lentamente, para evitar cambios bruscos de presión. 2. Verifique las válvulas de rompe presión, haga el mantenimiento respectivo. Si hay válvulas en mal estado, cámbielas. 3. Verifique que el flotador de las cajas rompe presiones quiebre esté en buen estado y corrija cualquier daño que encuentre. 4. Si el problema persiste consulte con un experto.
18. Presencia de aire en la conducción y la red.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique el funcionamiento de las ventosas. Si alguna presenta deficiencias, repárela. Si no puede hacerlo, cámbiela. 2. Verifique que el nivel del agua a la salida del tanque de almacenamiento esté siempre por encima de la boca del tubo; de lo contrario, busque acceso. 3. Cuando le haga mantenimiento al tanque ponga en funcionamiento la tubería de paso directo. Si después de hacer los cambios respectivos el problema continúa consulte un experto.
19. Hay conexiones fraudulentas en la red de distribución.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informe al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales quiénes son los usuarios ilegales que están conectados al sistema de acueducto. 2. Consulte con la Oficina de Servicios Públicos Municipales la estrategia para su desconexión o legalización.
20. Agrietamiento o fisuras en los muros de la estructura.	Realice la reparación lo antes posible, para evitar fallas en el sistema. Si necesita, solicite la ayuda de un maestro de obra.
21. La válvula ocasiona golpe de ariete.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifique la fuente de cierres violentos en el sistema. 2. Cierre parcialmente el paso de agua por la válvula.
22. Asiento y disco se erosionan la válvula opera en forma inestable o con pulsaciones.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique que la válvula instalada sea la apropiada y no esté sobre dimensionada. 2. Cambie la válvula o incluya una placa de orificio a la salida, para obligar a una mayor apertura.

Problema	Solución
23. Cuando el flujo disminuye o se acerca el cierre, la presión abajo esta por encima del valor maximo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si esto ocurre en una válvula reguladora de presión, la razón es un escape que puede estar en el asiento, el diafragma o en la válvula piloto. Identifique el daño y repárelo. 2. Revise si el daño es por erosión. En caso afirmativo, verifique el estado de los filtros y si la válvula es de la dimensión apropiada.
24. La presión aguas abajo de la válvula reguladora de presión disminuye por debajo de la presión de cierre.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar si la válvula tiene la dimensión adecuada. Puede ser que resulte pequeña para las condiciones de operación del sistema. 2. Verificar si el filtro aguas arriba está taponado.
25. El medidor no registra el consumo real de la vivienda.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique que el medidor esté bien conectado y funcionando correctamente. Si es necesario, hágale mantenimiento al medidor y calíbrelo. Busque asesoría. 2. Si es necesario, cámbielo.
26. La cantidad de agua medida en el macromedidor no corresponde a la suma de los volúmenes.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique que el medidor esté bien conectado y funcionando correctamente. 2. Investigue la existencia de conexiones fraudulentas. 3. Busque posibles fugas no visibles en la red y corríjalas.



4. Para estar seguros de lo que aprendimos



Actividad 1

Señor fontanero: Vaya al tanque principal de almacenamiento, y observe el estado actual en que se encuentran los siguientes elementos. En la tabla que presentamos a continuación señale primero si existe o no el elemento, y estado actual en que se encuentra.

Utilice B si está en buen estado; R si está en regular estado y ME en mal estado.

Elementos	Existe		Estado		
	NO	SI	B	R	ME
Válvulas					
Paredes internas del tanque					
Mortero de piso					
Escaleras de acceso					
Tubería de ventilación					
Tapas de acceso					
Estado externo de las paredes					
Tuberías de acceso					
Tuberías de salida					

Una vez terminada la revisión haga un plan de trabajo para la atención de los problemas encontrados empezando por los que usted crea que son más urgentes de atender.

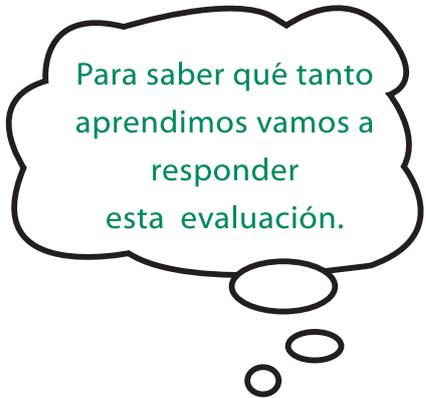
Actividad 2

Juan, el fontanero, salió a revisar el acueducto y encontró algunos problemas, unos localizados en la red de distribución y otros en las acometidas. Usted deberá escribir frente a cada problema una posible solución.

Problemas	Ubicación	Posible solución
Diámetro inadecuado de las redes	Red de distribución	
Fallas en el medidor	Acometida	
Tuberías fisuradas	Red de distribución	
Obstrucción de la red	Red de distribución	
Materiales inadecuados	Red de distribución	
Conexiones clandestinas	Red de distribución	
Deterioro en los registros de corte o incorporación	Acometida	
Ausencia de válvulas	Red de distribución	
Empaques de neumático amarrado con alambre	Red de distribución	
Las tuberías en algunos tramos están expuestas a la intemperie	Red de distribución	

Una vez escritas las posibles soluciones, coméntelas con otras personas y verifique si son convenientes o no.

5. ¿Qué tanto aprendimos?



Responda si son verdaderas (**V**) o falsas (**F**) las siguientes afirmaciones.

AFIRMACIONES	V	F
• Los accesorios casi siempre son elementos de distinto material de la tubería.		
• Los accesorios de reducción se utilizan para cambiar de un diámetro menor a uno mayor y viceversa.		
• Para evitar que la presión del agua dispare un tapón se debe usar pegamento.		
• La profundidad mínima para la instalación de tuberías en las áreas de cultivo, cruces de carreteras o vías de tráfico pesado es de 1.20 metros.		
• La tubería nunca debe quedar expuesta a la superficie.		
• El tipo de tees se selecciona según la longitud del tubo que se va a empatar.		
• Las tuberías rotas o en mal estado pueden permitir el ingreso de agentes contaminantes a la red.		

6. Hoja de respuestas

AFIRMACIONES	V	F
• Los accesorios casi siempre son elementos de distinto material de la tubería.		X
• Los accesorios de reducción se utilizan para cambiar de un diámetro menor a uno mayor y viceversa.	X	
• Para evitar que la presión del agua dispare un tapón se debe usar pegamento.		X
• La profundidad mínima para la instalación de tuberías en las áreas de cultivo, cruces de carreteras o vías de tráfico pesado es de 1.20 metros.	X	
• La tubería nunca debe quedar expuesta a la superficie.	X	
• El tipo de tees se selecciona según la longitud del tubo que se va a empatar.		X
• Las tuberías rotas o en mal estado pueden permitir el ingreso de agentes contaminantes a la red.	X	



¡¡FELICITACIONES, Juan!!
Cómo me alegro que haya aprendido sobre almacenamiento, distribución, y sobre todo, cómo se instalan las acometidas domiciliarias.

AMIGO FONTANERO. ¡FELICITACIONES! Usted ha finalizado su módulo "Agua de buena calidad, a mi casa llegará"

Recuerde: ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN, DEMANDAN GRAN ATENCIÓN



Sí, **Pedro**. Ahora me queda más claro cómo debo hacerle mantenimiento a los tanques, a las redes y sobre todo aprendí a hacer bien las acometidas domiciliarias que tanto me solicitan en la comunidad.

The background features a light green illustration. In the upper left, a woman with long hair and a floral necklace is shown. In the lower left, a child wearing a traditional hat and clothing is depicted. The overall style is simple and illustrative.

Módulo

5

Fontanero que trabaja con
seguridad, ningún riesgo correrá

1. Lo que vamos a aprender los fontaneros sobre seguridad industrial para no tener accidentes

Lo que vamos a aprender:

- o A pensar antes de actuar: no correr riesgos.
- o A cuidar la salud personal, para poder trabajar mejor.
- o A cuidar las herramientas y los equipos que usamos todos los días.
- o A usar las señales de peligro y de precaución cuando estamos trabajando.
- o A organizar y saber usar el botiquín de primeros auxilios.
- o El mensaje principal: Es mejor prevenir que tener que lamentar.

2. Conversando sobre cuidarse de los accidentes



Pedro
Encargado de la Oficina de
Servicios Públicos Municipales



María
Vecina



Juan
Fontanero

Juan: Buenas tardes, María, Pedro. ¿Supieron que ayer se accidentó el fontanero de Pueblo Nuevo?

Pedro: Sí, me dijeron que está muy grave.

María: Yo estuve en el hospital y parece que se quebró una pierna. Hay que tener cuidado y ayudar a que los fontaneros aprendan más de seguridad industrial.

Juan: ¿Seguridad industrial? Bueno... estoy listo para aprender.

Pedro: Un buen fontanero debe hacer sus labores de manera segura, para que no haya riesgo de accidentes.

Juan: A veces, aunque uno tenga cuidado, le pasan sus cosas.

Pedro: Hay que tener cuidado al hacer los oficios. Por ejemplo: use las herramientas que deben ser y no se ponga a improvisar con el machete o con un destornillador. Manténgalas siempre en buen estado, por ahí he visto algunas medio mohosas, y además, Juan, protéjase bien, utilizando los guantes o el overol y haciéndose vacunar contra el tétano.

Juan: ¿Y para qué me pongo tanta cosa?

Pedro: Mire Juan... Los guantes, el overol, las botas y hasta la gorra y el casco, no permiten que usted esté a toda hora con esos químicos que a veces tiene que ponerle al agua, pegados a sus manos, o cayéndole en los ojos o en el pelo. Después se va a comer sin lavarse ni siquiera las manos y se intoxica.

Juan: Entonces voy a tener que aprender mucho sobre eso que usted llama "los riesgos del oficio" o "la seguridad industrial" para que no me pasen accidentes en mi trabajo.

María: Eso de los accidentes en el trabajo es muy importante. Explíquenos un poquito más Pedro.

Pedro: Con mucho gusto, para usted y para Juan.

3. Lo que debemos saber y poner en práctica

El fontanero debe desarrollar sus labores sin poner en peligro su vida, procurando que no haya riesgo de accidentes que le causen daños a sí mismo, a otras personas, al acueducto o a otras propiedades.

Para ello debe estar seguro de que conoce cómo hay que hacer las cosas en su trabajo, que usa las herramientas necesarias y las mantiene siempre en buen estado y que se protege de la mejor forma, utilizando los elementos necesarios que lo aíslan del contacto con productos que pueden intoxicar, quemar, dañar los ojos o causar otras lesiones (guantes, overol, mascarilla, etc.) o evitan que reciba golpes o machucones (casco, botas).

¿Qué es la seguridad industrial?

La seguridad industrial es el conjunto de actividades que debe realizar el fontanero para identificar y controlar los factores de riesgo que puedan ocasionar accidentes de trabajo. Los siguientes son ejemplos de factores de riesgo que pueden ocasionar accidentes de trabajo.

- o Un lugar de trabajo sucio y desordenado.
- o Una herramienta en mal estado.
- o Un motor al que no se le da mantenimiento.
- o Instalaciones eléctricas deterioradas.
- o Un procedimiento que no se sigue al pie de la letra.
- o Un área de trabajo que no se señala ni se aísla adecuadamente.

Recuerde que la seguridad industrial es la ausencia de peligro en el trabajo. En manos del fontanero está el controlar las situaciones de riesgo para prevenir los accidentes de trabajo.



¿Qué es un accidente de trabajo?

Un accidente de trabajo es un hecho inesperado que interrumpe o entorpece un proceso o actividad determinada y que puede causar daño físico al trabajador o a terceros.

¿Es posible evitar los accidentes de trabajo?

Es posible no tener accidentes de trabajo, si sabemos cuáles son las causas que los provocan.

¿Cuáles son las principales causas de los accidentes de trabajo?

Las principales causas de los accidentes de trabajo son los actos inseguros de los trabajadores, las condiciones físicas y mecánicas inseguras, el uso de bebidas alcohólicas durante el trabajo, la fatiga, el sueño o una combinación de las anteriores. Estas causas pueden estar presentes en todos los lugares.



¿Qué son los actos inseguros en el trabajo de los fontaneros?

Los actos inseguros ocurren cuando, por desconocimiento o por descuido en los procedimientos, los fontaneros hacen cosas que pueden causar accidentes de trabajo. Por ejemplo:



Actos inseguros	Pueden ocasionar
Abrir o cerrar demasiado rápido una válvula.	La rotura de una tubería.
Hacer mal una conexión eléctrica.	El daño de un motor.
Echarle gasolina a una motobomba prendida.	Un incendio.
No apagar un motor eléctrico para realizar una labor de mantenimiento.	Una lesión del trabajador.
No desocupar completamente un tanque antes de entrar en el mismo para operaciones de limpieza o reparaciones de daños.	La caída del trabajador y una posible fractura.
Permitir que niños o personas ajenas se acerquen demasiado a las zanjas que se abren para instalar tuberías.	Que alguien se caiga dentro de ellas y se lesione.
No permitir la adecuada ventilación de un tanque antes de entrar.	Asfixia.

¿Cuáles podrían ser las condiciones físicas o mecánicas inseguras?

- o Una piocha mal encajada en el cabo, puede salirse y golpear al fontanero o a alguien que se encuentre cerca.
- o El trabajo en lugares muy estrechos o donde pueden caer piedras. En estos casos se debe utilizar casco y botas, para evitar ser golpeado por piedras o tropezarse con objetos o estructuras salientes.
- o Excavaciones en donde pueden presentarse derrumbes o caídas de piedras. Se debe utilizar casco y botas protectoras.
- o Tubos o cargas muy pesados que es necesario levantar.
- o Jornadas de trabajo muy largas a la intemperie, en sitios calurosos y con mucho sol, cuando el fontanero no utiliza gorra y no toma líquido, pueden causar insolación.

¿Qué son las normas y procedimientos de seguridad industrial?

Son las recomendaciones que siempre debe seguir un trabajador para evitar los accidentes de trabajo. Por ejemplo: utilizar el equipo de protección personal requerido: guantes, casco y botas, según sea el caso.

Las siguientes son RECOMENDACIONES que el fontanero debe seguir, siempre que sean aplicables al tipo de trabajo que está haciendo:

Sobre los equipos y herramientas:

- o Antes de operar los equipos, asegurarse de que se encuentren en buen estado.
- o Mantener las herramientas de mano almacenadas en un lugar apropiado y utilizarlas únicamente si están en buenas condiciones.
- o Asegurarse de que sabe cómo utilizar una determinada herramienta de mano y conocer los riesgos de su uso indebido.
- o No utilizar herramientas o equipos defectuosos. Avisar al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales para su reparación o reposición.
- o Revisar periódicamente las herramientas para asegurarse de que están en buen estado.
- o Reemplazar con frecuencia las correas y poleas.
- o Cuando se vayan a utilizar sierras, esmeriladora y cualquier otro equipo similar, asegurarse de que están en buenas condiciones y tengan guardas de seguridad.
- o Cuando se van a usar herramientas y equipos eléctricos, asegurarse de que tengan cables de conexión eléctrica con doble aislamiento y con polo a tierra.



Sobre el manejo de andamios y escaleras:

- o Mantener las escaleras portátiles en buenas condiciones y limpias y libres de grasa y aceites.
- o Nunca utilizar una escalera enfrente de una puerta.
- o Nunca utilizar una escalera portátil defectuosa.
- o Nunca colocar escaleras portátiles sobre cajas o bases inestables para obtener mayor altura.



- o Guardar siempre las escaleras correctamente y amarradas para evitar que caigan accidentalmente.
- o Nunca pararse en el tope de una escalera portátil o subirse a una escalera con las manos ocupadas.
- o Nunca empatar dos escaleras portátiles para hacer una más larga.
- o Todas las escaleras fijas de cuatro o más escalones deben tener barandas o pasamanos.
- o Cuando haya necesidad de utilizar andamios, éstos deben tener barandas y su piso no debe tener huecos entre los tablones.
- o Los andamios deben estar bien anclados al piso y tener una escalera de acceso.
- o Nunca recostar la escalera a un poste de madera.

Sobre los lugares de trabajo:

- o Mantener los corredores y demás lugares de trabajo despejados y limpios.
- o Informar inmediatamente al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales si en los pasillos o sitios de trabajo hay agujeros, equipos, materiales o maquinarias mal almacenados y que puedan causar accidentes.

- o Nunca aislar las zonas de trabajo con piedras, sobre todo en las vías.
- o Limpiar inmediatamente cualquier derrame de líquido o de otro material.
- o Proteger y aislar con cinta o conos de seguridad cualquier área en donde se estén realizando trabajos de instalación de tuberías o reparación de redes o accesorios.
- o Tapar siempre los agujeros o zanjas que se hayan excavado para realizar instalaciones o reparaciones del acueducto.
- o Colocar protectores de baranda en escaleras y pisos abiertos altos.
- o Las áreas de trabajo deben mantenerse siempre limpias y en orden.
- o Cuando haya necesidad de trabajar en sitios con poca luz natural, asegurarse de contar con la iluminación adecuada.

Sobre el almacenamiento:

- o No almacenar objetos ni frascos de reactivos en pilas unos sobre otros.
- o Nunca cambiar cilindros de cloro en las noches ni cuando se esté solo.
- o Almacenar los cilindros de cloro en forma vertical y siempre amarrados a la pared.
- o Almacenar los bultos de sulfato de aluminio sobre tablas levantadas y no directamente sobre el piso.



Otras recomendaciones:

- o Informar inmediatamente, por escrito, al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales sobre cualquier accidente de trabajo por leve que sea.
- o El fontanero debe asegurarse de que los contratistas tomen las medidas de precaución adecuadas cuando realicen obras de instalación o de reparación.
- o Tener al día los informes de mantenimiento de bombas, compresores y cilindros a presión.
- o Sólo el personal capacitado y autorizado puede maniobrar bombas, compresores y cilindros a presión.

¿Qué son los primeros auxilios?

Los primeros auxilios son los cuidados inmediatos que se prestan a una persona accidentada o enferma, antes de que reciba atención por parte de personal con formación médica.

¿Qué es un botiquín?

Un botiquín es un lugar o un recipiente en el que se guarda todo lo necesario para los primeros auxilios.

¿Para qué sirve un botiquín?

Un botiquín sirve para prestar la primera asistencia que necesita un accidentado, o para ayudar a personas con dolencias menores. Es indispensable mantener siempre en el lugar de trabajo, un botiquín que tenga como mínimo los siguientes elementos:

1 paquete de curitas
1 paquete de gasas no estériles
3 vendas enrolladas
1 par de pinzas
1 barra de jabón (el jabón líquido se secará)
1 vendaje elástico
1 termómetro
Acetaminofem
Isodine en espuma
Antidiarreicos
Alcohol antiséptico

1 paquete de gasas estériles
1 rollo de esparadrapo
1 par de tijeras quirúrgicas
1 bisturí
1 caja de fósforos a prueba de humedad
1 linterna de baterías
Aspirinas
Antihistamínicos
Isodine en solución
Agua oxigenada

Con la lista anterior, revise lo que tiene en su botiquín y señale con una equis (x) lo que haga falta para conseguirlo pronto.

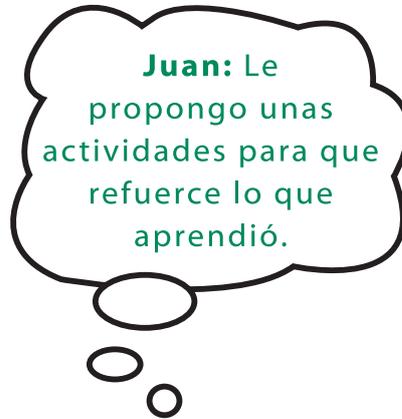
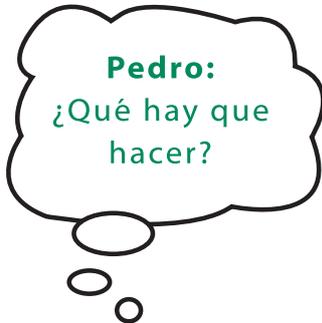


¿Qué se debe hacer cuando es necesario prestar primeros auxilios?

Cuando sea necesario prestar los primeros auxilios a una persona herida o lesionada, lo más importante es conservar la calma y la serenidad, inspirarle confianza al lesionado y evitar que entre en pánico, solicitar ayuda médica lo más pronto posible y no hacer más de lo necesario hasta que llegue la asistencia profesional. En caso de hemorragias o falta de respiración, es prioritario detener la hemorragia y mantener la respiración del herido, colocarlo en una posición cómoda, no moverlo ni levantarlo, a menos que sea estrictamente necesario y no aplicarle alcohol ni otras sustancias en ninguna parte del cuerpo.

De ser posible, el fontanero debe recibir un curso de primeros auxilios, que lo dictan los bomberos.

4. Para estar seguros de lo que aprendimos



Actividad 1

En la siguiente lista de recomendaciones, aparecen algunas de las que usted debe tener en cuenta para evitar accidentes.

Vaya haciendo una revisión de esa lista y marque con una equis (x) las que usted siempre tiene en cuenta y con un punto rojo las que casi nunca obedece.

Después, mire cuáles recomendaciones tienen punto rojo, lo cual quiere decir que casi nunca las tiene en cuenta, y piense qué va a hacer para mejorar su seguridad en el puesto de trabajo.

Lista de recomendaciones	Equis (x)	Punto rojo
Antes de operar los equipos y herramientas, asegurarse de que se encuentren en buen estado.		
De ser necesario, utilizar el equipo de protección personal requerido: guantes, casco y botas, según sea el caso.		
Revisar periódicamente las herramientas para asegurarse de que están en buen estado.		
Reemplazar con frecuencia las correas y poleas.		
Mantener las escaleras portátiles en buenas condiciones y limpias y libres de grasa y aceites.		
Nunca colocar escaleras portátiles sobre cajas o bases inestables para obtener mayor altura.		
Proteger y aislar con cinta o conos de seguridad cualquier área en donde se estén realizando trabajos de instalación de tuberías o reparación de redes o accesorios.		

Lista de recomendaciones	Equis (x)	Punto rojo
Tapar siempre los huecos o zanjas que se hayan excavado para realizar instalaciones o reparaciones del acueducto.		
Mantener las áreas de trabajo siempre limpias y en orden.		
Tener al día los informes de mantenimiento de bombas, compresores, cilindros a presión.		
Nunca cambiar cilindros de cloro en las noches ni cuando se esté solo.		
Almacenar los cilindros de cloro en forma vertical y siempre amarrados a la pared.		
No almacenar objetos o frascos de reactivos en pilas unos sobre otros.		
Almacenar los bultos de sulfato de aluminio sobre tablas levantadas y no directamente sobre el piso.		
Sólo el personal adiestrado y autorizado puede maniobrar bombas, compresores y cilindros a presión.		
Informar inmediatamente, por escrito, al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales sobre cualquier accidente de trabajo por leve que sea.		

¿Qué va a hacer para mejorar su seguridad en el puesto de trabajo?

Actividad 2

o Vaya a su zona de trabajo habitual.

o Lleve con usted los elementos normales de trabajo: sus herramientas, su equipo de seguridad.

Práctica: revise los siguientes aspectos en los equipos de la instalación que esta visitando y en la zona donde están localizados. Si observa algún riesgo o peligro, apúntelo.

Los equipos y la zona	Riesgo (Haga aquí su apunte)
Válvulas	
Tuberías	
Desarenador	
Tanque de almacenamiento	
Medidores	
Moto-bomba	
Compresor	
Sitio de entrada	
Sitio de salida	
Posibles derrumbes, deslaves o caída de piedra	
Localización de huecos, zanjas y charcos peligrosos	
Tubos y otros materiales mal situados o sin protección de la intemperie	

Después de esta visita de campo, ¿qué recomendación le va a hacer al Encargado de la Oficina de Servicios Públicos Municipales? Escriba aquí o recuérdela para que se la diga hoy mismo.

5. ¿Qué tanto aprendimos?



Para saber qué tanto aprendimos vamos a responder esta evaluación.

Señale con una equis (x) la consecuencia que produce hacer las cosas mal:

1. Un fontanero ha abierto o ha cerrado muy rápido una válvula. Consecuencias:
 - a) Se daña el motor.
 - b) Se le rompe la mano al trabajador.
 - c) Se rompe la tubería.

2. Con la prisa de ponerle la gasolina a la motobomba, el fontanero se la puso sin apagarla. Consecuencias:
 - a) Se apaga la bomba por sí misma.
 - b) Se incendia y puede matar al fontanero.
 - c) Se ahorra gasolina.

3. Al abrir unas zanjas para instalar tuberías, no se pusieron las señales de peligro. Consecuencias:
 - a) El fontanero se ahorró tiempo.
 - b) Se conservan mejor las señales bien guardadas.
 - c) Se pusieron en peligro los habitantes de la zona.

Reflexión

Analice lo que sucedió con Juan y diga lo que hay que hacer: Juan, el fontanero novato, llegó a trabajar al acueducto, a las siete de la mañana, después de pasar una noche de fiesta en el pueblo. No pudo dormir, porque la fiesta terminó a las seis de la mañana, no le dió tiempo de desayunar porque vive lejos del acueducto y tuvo un disgusto con su señora por no haber traído el mercado a la casa.

Cuando fue a alistar sus herramientas y hacer el trabajo, cometió los siguientes errores:

- o La piocha estaba suelta del cabo, pero la dejó así.
- o Le dio mareo y se puso sudoroso porque se fue a trabajar sin tomar ni café.
- o Tenía que levantar unos tubos y unas cubetas muy pesadas y lo hizo sin ayuda.
- o No se puso las botas, ni los guantes cuando le tocó hacer una excavación en un sitio donde la tierra estaba suelta y había peligro de caída de piedras.

CONVERSE un rato con sus compañeros de trabajo o amigos y ANALICE:

- o ¿Cuáles fueron los riesgos que corrió Juan?
- o ¿Cómo los habría podido evitar?

6. Hoja de respuestas

Para que pueda estar seguro de si sus respuestas fueron correctas, aquí las encuentra. Mire cuidadosamente cómo respondió usted y si no está bien la respuesta vuelva a estudiar el tema como se le indica aquí.

Respuesta a la pregunta 1.

c) Se rompe la tubería.

Lea en el título: ¿Cuáles son los actos inseguros de los fontaneros?

Respuesta a la pregunta 2.

b) Se incendia y puede matar al fontanero.

Lea en el título: ¿Cuáles son los actos inseguros de los fontaneros?

Respuesta a la pregunta 3.

c) Se pusieron en peligro los habitantes de la zona.

Lea en el título: Recomendaciones sobre los lugares de trabajo.

Reflexión

Si tiene alguna duda sobre sus conclusiones, vuelva a leer las recomendaciones que están en el título: ¿Qué son las normas y procedimientos de seguridad industrial?



¡¡FELICITACIONES, **Juan!**!
Cómo me alegro que haya
aprendido sobre seguridad
industrial con la ayuda de
Pedro.



Si **María**. Ahora me
siento más seguro para
ir a trabajar, y le puedo
enseñar a otros amigos
lo que aprendí.

AMIGO FONTANERO: ¡Felicitaciones! Usted ha finalizado su módulo de "Seguridad industrial" y estamos seguros de que lo tendrá en cuenta en su trabajo.

Recuerde: MÁS VALE PREVENIR... QUE TENER QUE LAMENTAR.



ANEXOS

Anexo 1. Herramientas para operación y mantenimiento del acueducto

Segueta

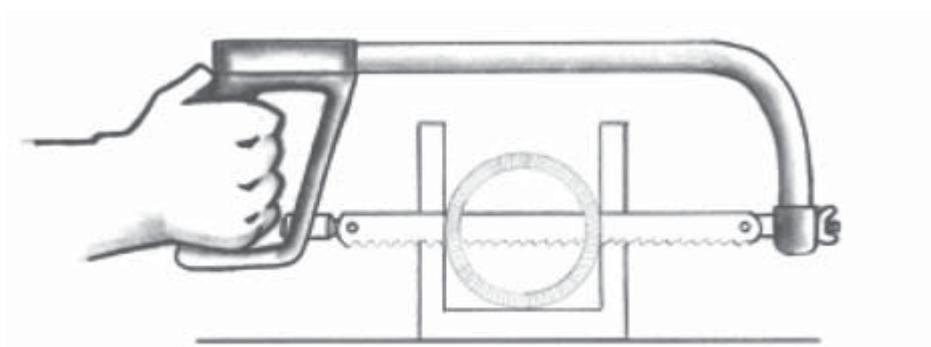
Herramienta utilizada para corte de tubos, consta de una hoja y un marco. La hoja se coloca en el marco y se ajusta mediante un perno.



Uso de la segueta

Seleccione la hoja según el tipo de material que va a cortar. Tenga en cuenta el siguiente cuadro:

Material a cortar	Dientes por pulgada
Tubo de hierro galvanizado (HG)	24
Tubos delgados de acero	32
Tubos de cobre de 1/4" a 1/2"	32
Tubos de bronce de 1/2"	32
Tubo de latón de 1/2"	32
Tubo de plástico	32
Tubo de asbesto cemento	32

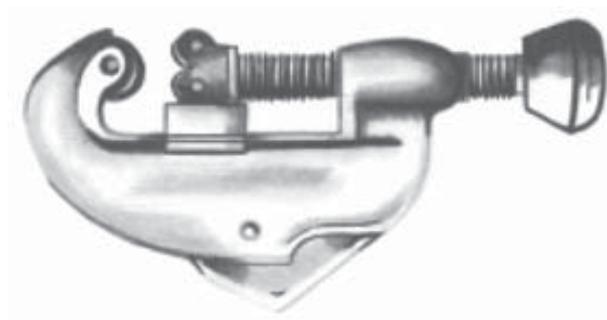


- o Coloque la hoja en el arco con los dientes hacia adelante.
- o Marque el corte con un trazo y asegure la pieza con prensa o dentro de un cajón de madera.
- o Mantenga el corte por fuera del trazo.
- o Agarre la segueta en ángulo de tal forma que corte siempre por lo menos con dos dientes, para que los dientes no brinquen o se rompan.
- o Empiece el corte con movimiento suave, continuo y hacia adelante.
- o Al final de cada movimiento afloje la presión y retire la hoja directamente hacia atrás.
- o Una vez cortados los materiales, a los tubos deben quitarse las rebabas y deformaciones que puedan hacer más difíciles los empalmes y perjudicar la hermeticidad o el paso del agua. Las rebabas interiores se quitan con lima.

Cuando la tubería es de PVC las rebabas también se pueden remover con una lima o con papel de lija.

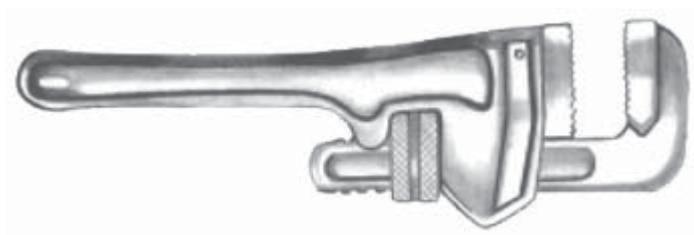
Cortatubos

Es un instrumento construido a base de rodajas o rodajas y rodillos, utilizado para cortar tubos metálicos desde 1/8" hasta 4". Corta tubos flexibles de cobre y aluminio y tubos rígidos de hierro galvanizado.



Llave de tubos

Son llaves ajustables a los tubos por sistemas de tuerca, cadena o correa. Deben utilizarse con cuidado debido a que las quijadas pueden dejar marcas sobre el material.



Llaves ajustables

Estas llaves tienen una quijada fija y la otra ajustable por medio de un pequeño tornillo sin fin. Sirven para ajustar y desajustar tuercas. Vienen de diversos tamaños.



Martillos

Sirven para clavar y desclavar. Pueden ser de uña o de bola.



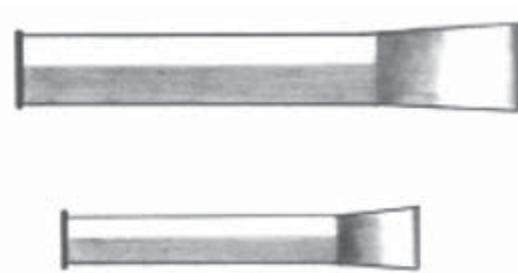
Mazo

Herramienta gruesa, de mango corto, con cabeza de acero que sirve para golpear cinces y punteros para hormigón, piedra, estacas y cuñas.



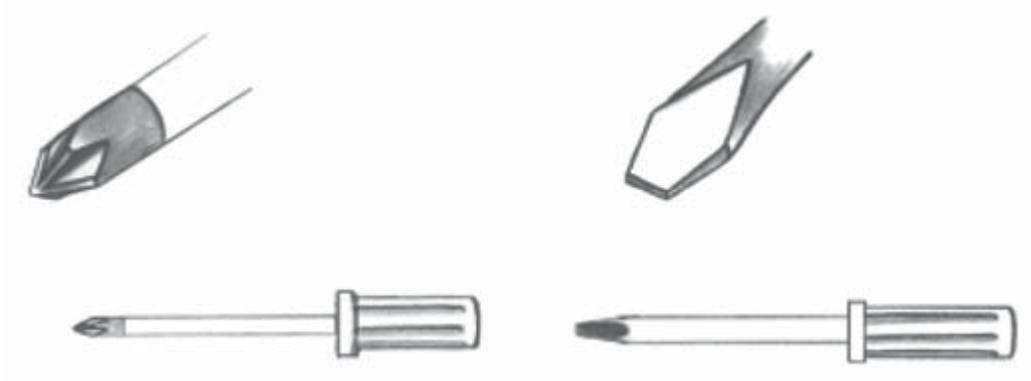
Cinzel

Es una barra de acero recta con una punta plana de doble bisel que se usa para abrir paredes, pisos y regatas, a golpe de maceta.



Destornilladores o desarmadores

Sirven para atornillar o desatornillar. Pueden ser de punta plana o de estrella, según la cabeza del tornillo. Vienen de diversos tamaños.



Piocha

Herramienta que sirve para remover tierra y abrir zanjas.



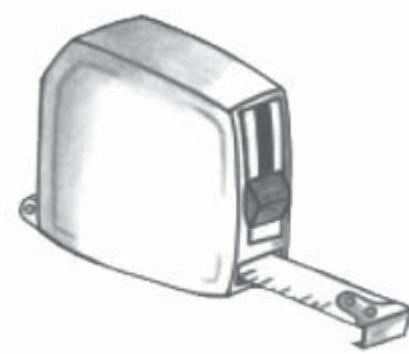
Pala

Sirven para sacar la tierra de una zanja o para echarla nuevamente en ella. También se usan para abrir zanjas cuando la tierra es blanda.



Metro

Herramienta para medir distancias o longitudes. Es una cinta flexible graduada con centímetros y milímetros, por un lado y con pulgadas por el otro lado. Viene enrollado dentro de una caja.



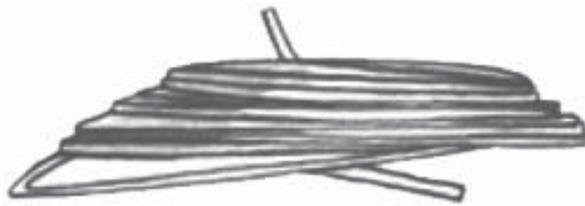
Azadón

Herramienta compuesta por una lámina de metal plana, sujeta perpendicularmente a un mango de madera o metal. Sirve para aplanar el terreno cuando se ha llenado una zanja.



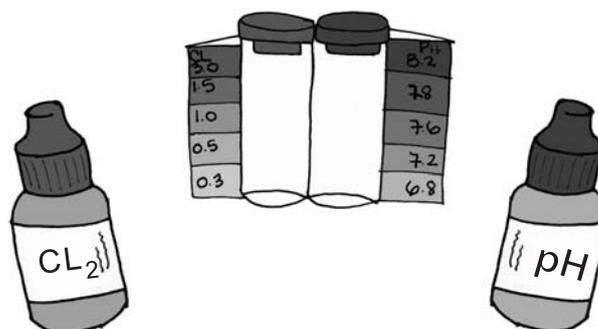
Sonda

Cable largo de acero inoxidable, flexible, con una punta en forma de gancho, que se utiliza para introducirlo dentro de las tuberías y halar los objetos que están causando taponamientos.



Kit de cloro

Juego de reactivos y comparador, que sirve para determinar en el sitio, el contenido de cloro libre del agua. Debe ser manejado según las instrucciones del proveedor.



Cepillos

Los hay de cerdas gruesas y mangos corto y largo. Se utilizan para remover la suciedad en piso y paredes de tanques, desarenadores y otras estructuras.



Anexo 2. Unidades de medida

Las unidades de medida adoptadas en Guatemala, son las establecidas en el Sistema Internacional de Unidades, las cuales se definen a continuación:

Definición de las unidades básicas y derivadas del Sistema Internacional de Unidades

Magnitud física	Unidad	Símbolo	Definición de la unidad
Longitud	metro	m.	En 1789 se definió el metro patrón como la distancia entre dos finas rayas de una barra de aleación platino-iridio que se encuentra en el Museo de Pesas y Medidas de París, distancia que equivale exactamente a una diez millonésima parte de la distancia que hay entre el Polo Norte geográfico y el Ecuador.
Peso	kilogramo	kg.	En la primera definición de kilogramo fue considerado como "el peso de un litro de agua destilada a la temperatura de 4°".
Tiempo	segundo minuto hora día	s. min. h. d.	La unidad segundo patrón. Su primera definición fue: "el segundo es la 1/86,400 parte del día solar medio". 1 min=60 s. Un minuto equivale a 60 segundos. 1 h=60 min=3,600 s. Una hora equivale a 60 minutos y a 3,600 segundos. El día es el intervalo de tiempo transcurrido durante una revolución de nuestro planeta Tierra alrededor de su eje. 1 d=24 h=86,000 s. Un día tiene 24 horas, 1,440 minutos y 86,400 segundos.
Superficie	metro cuadrado	m ² .	Corresponde a una superficie de un cuadrado que tiene un metro por cada lado.
	hectárea	ha.	Una hectárea corresponde a un hectómetro cuadrado, es decir a una superficie cuadrada de 100 metros de lado. Una hectárea tiene 10,000 metros cuadrados.
Volumen	litro	L.	Corresponde al volumen de un cubo de 10 centímetros de lado.
	metro cúbico	m ³ .	Un metro cúbico tiene 1,000 litros. Corresponde al volumen de un cubo de un metro de lado.
Velocidad	metro por segundo	m/s.	Distancia, medida en metros, que puede desplazarse un objeto en un tiempo determinado, medido en segundos.

En el Sistema Internacional de Unidades, los miles se separan mediante comas (,) y los decimales mediante puntos (.).

Los múltiplos y submúltiplos del metro aumentan y disminuyen de diez en diez.

Los múltiplos del metro son las longitudes mayores de un metro. Los submúltiplos del metro son las longitudes menores de un metro.

Múltiplos del metro			Submúltiplos del metro		
Múltiplo	Símbolo	Equivalencia	Submúltiplo	Símbolo	Equivalencia
Kilómetro	Km.	1,000 m.	Decímetro	dm.	0.1 m.
Hectómetro	Hm.	100 m.	Centímetro	cm.	0.01 m.
Decámetro	Dm.	10 m.	Milímetro	mm.	0.001 m.

El sistema inglés, cuya medida principal es la pulgada, no es oficial en nuestro país, sin embargo se mencionan las equivalencias porque todavía es común en Guatemala expresar los diámetros de tuberías y accesorios en pulgadas.

Medida en el sistema inglés	Equivalencia en el sistema internacional
1 Pulgada (1")	2.54 cm.
1 Pie (1')	30.5 cm.
1 Milla (1 milla)	1,609 Km.

Anexo 3. Glosario de términos

Accesorios. Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como codos, uniones, tees, etc.

Acometida. Derivación de la red de distribución que llega hasta el registro de corte de un usuario.

Acometida clandestina. Acometida o derivación de acueducto no autorizada por la empresa de servicios públicos de la localidad.

Agua cruda. Agua superficial o subterránea en estado natural, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.

Agua potable. Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad del agua.

Agua segura. Es aquella cuyo consumo no implica ningún riesgo para el consumidor.

Canal. Conducto descubierto que transporta agua al flujo libre.

Capacidad hidráulica. Caudal máximo que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.

Caudal (Q). Es la cantidad de agua medida en unidades de volumen que pasa por la sección transversal de un canal, un río o por una tubería en un determinado tiempo. La unidad de volumen generalmente se expresa en m³ o en litros (L.) y el tiempo en segundos, horas o un día.

Caudal de diseño. Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

Caudal máximo diario (QMH). Consumo máximo registrado en una hora, durante un período de un año, sin tener en cuenta el caudal consumido durante incendios.

Caudal medio diario (QMD). Es el caudal medio, calculado para la población proyectada con sus ajustes, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios de un período de un año.

Enfermedades transmitidas por el agua. Se originan por la contaminación del agua con orina o materia fecal de seres humanos, infectados por virus o bacterias patógenos, que son transmitidos directamente al beberla o utilizarla para preparar alimentos; los ejemplos clásicos son el cólera y la fiebre tifoidea.

Flujo a presión. Ocurre cuando el agua transportada ocupa todo el interior del conducto, quedando sometida a una presión superior a la de la atmósfera.

Flujo libre. Ocurre cuando el agua presenta una superficie libre, donde la presión es igual a la atmosférica.

Fugas. Cantidad de agua que se pierde en un acueducto por roturas o fisuras de tubos, rebalse de tanques, o fallas en las uniones entre la tubería y los accesorios.

Golpe de ariete. Choque violento causado por la variación brusca de presión, bien por el cierre rápido de una válvula, el apagado del sistema de bombeo o la presencia de aire en la tubería.

Hidrante. Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas para apagar incendios.

Macromedición. Sistema de medición de grandes caudales, destinado a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

Micromedición. Sistema destinado a registrar la cantidad de agua consumida por un usuario.

Tarifa. Precio que cobra la municipalidad al suscriptor o usuario, por la prestación del (los) servicio (s), incluidos sus costos de operación.

Tubería de impulsión. Tubería de salida de un equipo de bombeo.

Tubería de succión. Tubería de entrada de un equipo de bombeo.

Usuario. Es la persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio.

Vector. Organismos, generalmente insectos o roedores que transmiten enfermedades. Medio de transmisión de un patógeno, de un organismo a otro.

Vida útil. Tiempo estimado para la duración de un equipo o componente de un sistema sin que sea necesaria la sustitución del mismo; en este tiempo sólo se requieren labores de mantenimiento para su adecuado funcionamiento.

Anexo 4. Formatos de control

Formato de reporte de inspección de la microcuenca.

Acueducto	
Fecha	
Fontanero	
Actividades realizadas	
Situación encontrada	
Acciones tomadas	
Diagrama	

Formato de reporte de mantenimiento de componentes del sistema de acueducto.

Acueducto	
Fecha	
Fontanero	
Actividades de mantenimiento en la bocatoma o tanque de captación	
Actividades de mantenimiento en el desarenador	
Actividades de mantenimiento en la tubería de conducción	
Actividades de mantenimiento en el tanque de almacenamiento	
Observaciones	

Formato de reporte de mantenimiento de componentes del sistema de alcantarillado.

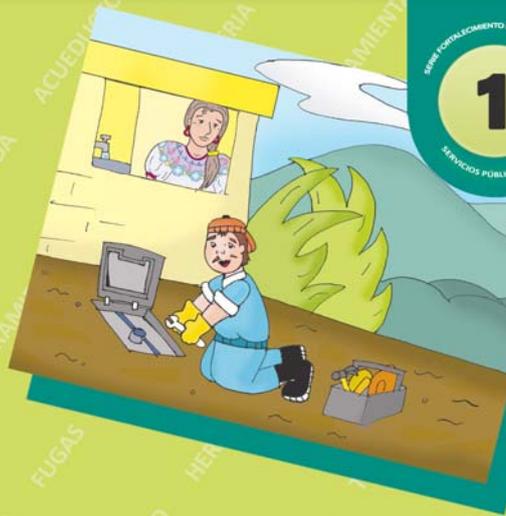
Acueducto	
Fecha	
Fontanero	
Actividades de mantenimiento en la conexión domiciliar	
Actividades de mantenimiento en la red de recolección	
Actividades de mantenimiento en los colectores	
Actividades de mantenimiento en la planta de tratamiento	
Observaciones	

Formato de reparación de daños.

Acueducto	
Fecha	
Localización del daño	
Características del daño	
Causa del daño	
Tipo de trabajo realizado	
Materiales empleados	
Observaciones	
Tiempo empleado	
Responsable	

FONTANERÍA PRÁCTICA

MUNICIPIOS PEQUEÑOS Y MEDIANOS



FORTEALECER EL MANEJO DE
SERVICIOS PÚBLICOS BÁSICOS

1



Para la redacción de este documento se tomó como base la serie Programa Cultura Empresarial Acueducto-Alcantarillado-Aseo, Cartilla 9: Fontanería Rural Municipios Menores y Zonas Rurales con la autorización del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia