

FONTANERÍA RURAL

MUNICIPIOS MENORES Y ZONAS RURALES

PROGRAMA CULTURA EMPRESARIAL

9

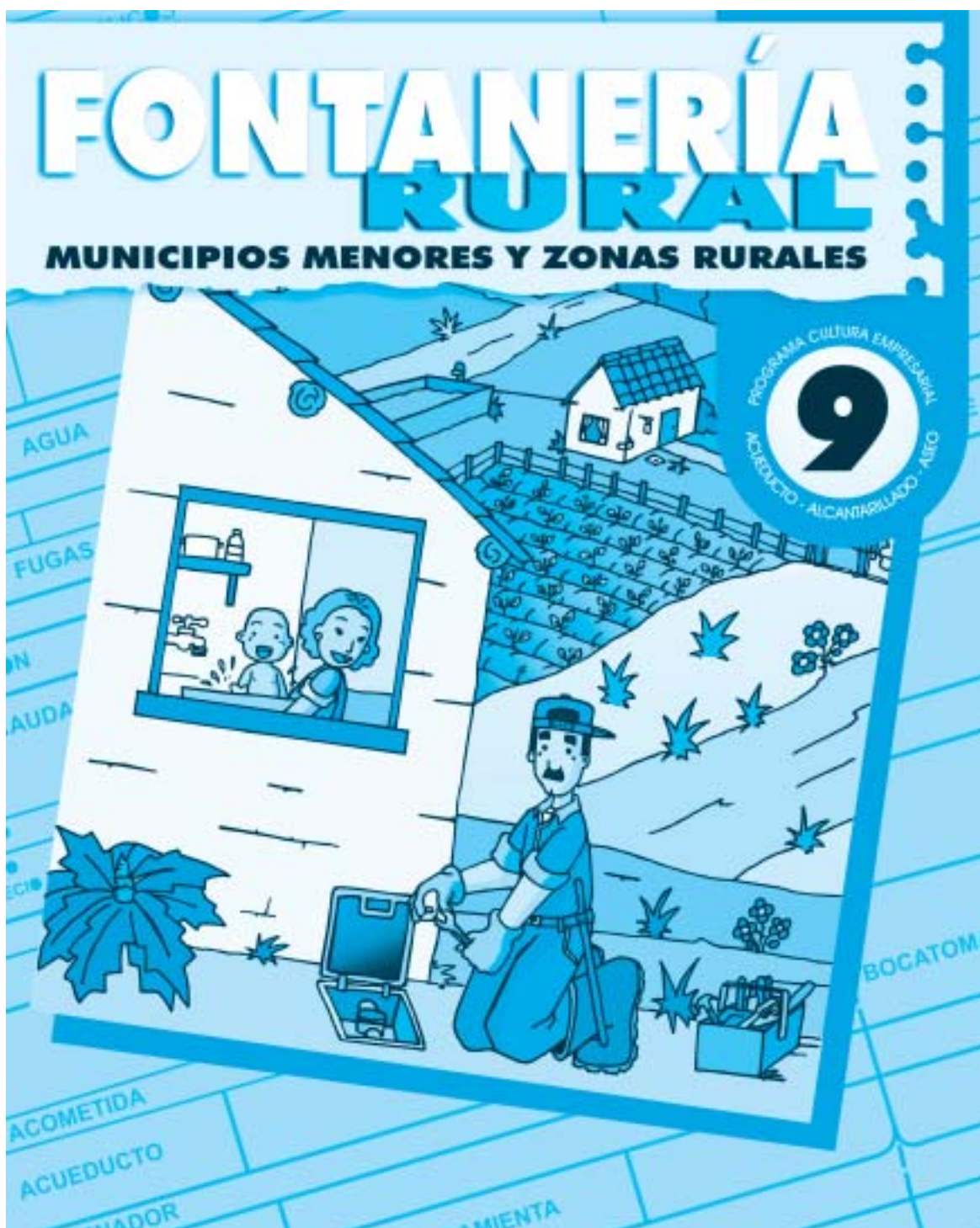
ACUEDUCTO - ALCANTARILLADO - ASEO



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Ministerio de Ambiente,
Vivienda y Desarrollo Territorial
República de Colombia





**Ministerio de Ambiente,
Vivienda y Desarrollo Territorial**

República de Colombia

ÁLVARO URIBE VÉLEZ
Presidente de la República

SANDRA SUÁREZ PÉREZ
Ministra de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

ÓSCAR DARÍO AMAYA NAVAS
Viceministro de Ambiente

LEYLA ROJAS MOLANO
Directora de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental

ÁLVARO CAMPY OROZCO
Coordinador Grupo de Municipios Menores y Áreas Rurales

Desarrollo de Textos
María Barbosa Pardo

Desarrollo Metodológico
Amparo Londoño

Apoyo Técnico
William Carrasco Mantilla
Armando Vargas
Álvaro Enrique Campy
Nelssy María Ortiz López

Ilustración
Daniel Felipe Rodríguez

Impresión
Gente Nueva Editorial

Año 2006

ISBN de la Obra Completa: 958-95606-8-7



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

COLOMBIA

Las opiniones que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial presenta a continuación no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) o del Gobierno de los Estados Unidos.

Contenido

1. Presentación	7
2. Ser fontanero: un oficio importante en la comunidad	9
¿Qué es la fontanería?	9
¿De dónde surge la fontanería?	9
¿Quién es el fontanero?	10
 MÓDULO 1	
Un fontanero eficiente hace mantenimiento permanente	
1. Lo que vamos a aprender los fontaneros sobre operación y mantenimiento del acueducto y calidad del agua	15
2. La calidad del agua que se toma en el pueblo es nuestra responsabilidad	16
3. Lo que debemos saber y poner en práctica	18
La calidad del agua y su tratamiento	18
¿Qué es la calidad del agua?	18
Características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas	18
¿Qué es el agua potable?	22
¿En qué consiste el tratamiento del agua?	22
Conceptos fundamentales	23
¿Qué es el caudal?	23
¿Cómo se mide el caudal?	23
¿Qué es la presión?	29
Diagrama del sistema de acueducto	30
¿Qué es un diagrama?	30
¿Qué es una convención?	31
¿Qué es un plano?	33
¿Para qué sirven los planos?	33
¿Qué es un plano maestro?	33
¿Qué es un plano zonal?	34
Lista de materiales y presupuesto	35
El sistema de acueducto	37
¿Qué es un acueducto?	37
¿Cuáles son los requisitos para que sea un acueducto?	37
Componentes del sistema de acueducto	39
¿Qué son la operación y el mantenimiento del sistema de acueducto?	41
4. Para estar seguros de lo que aprendimos	44

5. ¿Qué tanto aprendimos?

46

6. Hoja de respuestas

48

MÓDULO 2

Captación, aducción y conducción requieren nuestra atención

1. Lo que vamos a prender los fontaneros sobre el mantenimiento preventivo de las fuentes de agua, la bocatoma, el desarenador y las tuberías de aducción y conducción

53

2. Conversando sobre nuestro acueducto

54

3. Lo que debemos saber y poner en práctica

56

El agua en la naturaleza 56

¿Qué es el uso racional y eficiente del agua? 57

El ciclo hidrológico, la cuenca y su protección 58

¿Qué es el ciclo hidrológico? 58

¿Qué es una cuenca hidrográfica? 58

¿Qué es una microcuenca? 59

¿Por qué es importante la cuenca? 59

¿Qué es una fuente de abastecimiento? 60

¿Por qué deben conservarse las fuentes de agua? 61

¿Qué se puede hacer para proteger las fuentes de agua? 61

Bocatomas 63

¿Qué elementos componen una bocatoma o estructura de captación? 63

Tipos de bocatomas 63

¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo en las bocatomas? 65

Desarenador 68

¿Qué es un desarenador? 68

¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo de los desarenadores? 69

Aducción y conducción 72

¿Cuál es la diferencia entre aducción y conducción? 72

¿Cómo fluye el agua por las tuberías de aducción y conducción? 72

¿Cuáles son los principales componentes de las líneas de aducción y conducción? 72

¿Qué es una cámara de quiebre de presión? 73

¿Qué son las válvulas reductoras y reguladoras de presión? 73

¿Qué son las ventosas? 74

¿Qué son las válvulas de limpieza o purga? 74

¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo de las tuberías de aducción y conducción? 75

4. Para estar seguros de los que aprendimos

78

5. ¿Qué tanto aprendimos?

81

6. Hoja de respuestas

83

MÓDULO 3

Agua de buena calidad a mi casa llegará

1. Lo que vamos a aprender los fontaneros para almacenar y distribuir bien el agua	87
2. Vamos a mejorar nuestro servicio de acueducto	88
3. Lo que debemos saber y poner en práctica	90
¿Qué son los tanques de almacenamiento?	90
¿Cuáles son los principales elementos de un tanque de almacenamiento?	90
¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo de los tanques de almacenamiento?	92
¿Cómo se limpia y desinfecta un tanque de almacenamiento?	94
¿Cómo se mide el cloro residual?	95
Red de distribución	96
¿Qué es la red de distribución?	96
Tuberías	98
¿Cómo se transportan y almacenan las tuberías?	101
¿Qué son los accesorios?	102
¿Qué función tienen los accesorios?	102
¿Cuáles son los accesorios que se utilizan en las redes de acueductos?	103
¿Cuál es la actividad más frecuente que realiza un fontanero en el sistema de acueducto?	105
¿Cuáles son las principales causas de los daños?	105
¿Cómo se reparan los daños?	105
¿Cuál es el procedimiento para instalar tuberías y accesorios?	107
¿Cómo se instalan las tuberías de PVC?	107
Tipos de relleno para tipos de tubería	109
Ensamble y reparación de tuberías	109
Recomendaciones	113
¿Cómo se instalan las tuberías de polietileno?	113
¿Cómo se realiza la termofusión a tope?	113
¿Qué recomendaciones deben seguirse cuando se instala tubería de PEAD?	114
Anclajes	114
¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento de la red de distribución?	116
Acometidas domiciliarias	117
¿Cómo se instalan las acometidas domiciliarias?	119
Reparación de las conexiones domiciliarias	123
Reparación del collar de derivación	124
Accesorios de control	125
Válvulas	125
Micromedidores	130
Recomendaciones para instalar los medidores	131
4. Para estar seguros de lo que aprendimos	137
5. ¿Qué tanto aprendimos?	139

MÓDULO 4

Fontanero que trabaja con seguridad, ningún riesgo correrá

1. Lo que vamos a aprender los fontaneros sobre seguridad industrial para no tener accidentes	143
2. Conversando sobre cuidarse de los accidentes	144
3. Lo que debemos saber y poner en práctica	146
¿Qué es la seguridad industrial?	146
¿Qué es un accidente de trabajo?	147
¿Es posible evitar los accidentes de trabajo?	147
¿Cuáles son las principales causas de los accidentes de trabajo?	147
¿Qué son los actos inseguros en el trabajo de los fontaneros?	148
¿Cuáles podrían ser las condiciones físicas o mecánicas inseguras?	148
¿Qué son las normas y procedimientos de seguridad industrial?	149
¿Qué son los primeros auxilios?	152
¿Qué es un botiquín?	152
¿Para qué sirve un botiquín?	152
¿Qué se debe hacer cuando es necesario prestar primeros auxilios?	153
4. Para estar seguros de lo que aprendimos	154
5. ¿Qué tanto aprendimos?	157
6. Hoja de respuestas	159

ANEXOS

Anexo 1. Herramientas para operación y mantenimiento del acueducto	163
Anexo 2. Unidades de medida	179
Anexo 3. Glosario de términos	172
Anexo 4. Formatos de control	175

1. Presentación

Dentro del proceso de modernización del sector de Agua Potable y Saneamiento, los operadores de los servicios públicos tienen la obligación de prestar el servicio de manera eficiente y con índices adecuados de calidad y cobertura.

Las políticas gubernamentales han establecido como obligatorio tener un personal con las calidades necesarias para desempeñar sus funciones, máxime cuando se trata de un servicio esencial para la vida de las personas.

Para dar cumplimiento a este mandato, la Dirección de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional –USAID–, a través de ARD Colombia, ha diseñado un programa de capacitación, dirigido a los fontaneros que operan sistemas de acueducto y alcantarillado rurales.

Para tal efecto se presenta a continuación el material didáctico elaborado con ese fin, el cual incluye: cuatro módulos autoformativos, un audio-visual y una guía para el facilitador del proceso de auto-formación. Estos materiales formativos se constituyen en la NOVENA publicación del Programa Fortalecimiento Institucional, en esta ocasión desarrollados con el apoyo técnico de ACODAL Seccional Centro.

Los cuatro módulos autoformativos se presentan bajo los siguientes títulos:

Módulo 1: Un fontanero eficiente hace mantenimiento permanente

Módulo 2: Captación, aducción y conducción requieren nuestra atención.

Módulo 3: Agua de buena calidad, a mi casa llegará.

Módulo 4: Fontanero que trabaja con seguridad, ningún riesgo correrá.

El material audiovisual se conoce bajo el Título de FONTANERÍA RURAL PRÁCTICA y será un video de constante consulta para cada fontanero, en el cual se presentan prácticas que mejoran su desempeño.

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

- Proteger las microcuencas que abastecen los sistemas de acueducto, especialmente rurales, de tal manera que se garantice su normal funcionamiento.
- Dar a conocer las mejores prácticas en la operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua para pequeñas comunidades.
- Suministrar herramientas al fontanero para llevar a cabo un desempeño competente en la operación, mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de las líneas de aducción y conducción y demás componentes, así como para prolongar y renovar redes.
- 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.
- Apoyar el proceso de evaluación, formación y certificación en competencias laborales.

SANDRA SUAREZ PÉREZ
Ministra de Ambiente, Vivienda
y Desarrollo Territorial

2. 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, aducción, conducción, almacenamiento y distribución de agua en un sistema de acueducto.

¿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 distantes, 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, aducción, almacenamiento, conducción y distribución de agua en un sistema de acueducto.

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

- Vigilar el buen estado y conservación de las cuencas y micro-cuencas de la región.
- Operar y mantener las instalaciones, los equipos de bombeo, las redes y estructuras del acueducto.
- Realizar la limpieza y mantenimiento de las distintas estructuras del sistema de acueducto (captación, aducción, almacenamiento, conducción y distribución).
- Hacer las reparaciones de los daños que se presenten en las redes.
- Instalar las acometidas en las viviendas de los usuarios nuevos.
- Leer los medidores y repartir las facturas de cobro del servicio de acueducto.
- Cambiar los medidores dañados.
- Ayudar a los usuarios a localizar las fugas y daños dentro de sus viviendas, cuando éstos no son visibles.
- Responder por el uso adecuado de los materiales y las herramientas que se le han entregado para el desempeño de su labor.
- Realizar los registros del reporte de sus actividades en los formatos disponibles para este fin.
- 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 entidad prestadora del servicio de acueducto en la comunidad. Es la persona que tiene mayor

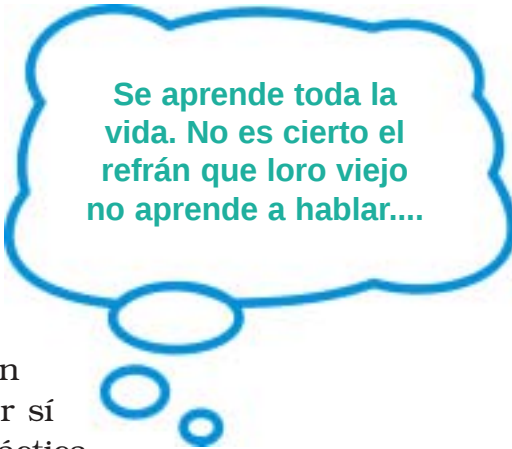
contacto con los usuarios y quien recibe el mayor número de solicitudes y quejas relacionadas con la calidad del servicio.

En las campañas educativas de conservación de microcuencas, uso eficiente y ahorro del agua, el fontanero desempeña un papel muy importante, pues la comunidad lo reconoce como líder en este campo. 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.

Pero además es muy importante pensar que:



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

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 y del Video. Cuando los fontaneros asisten al Taller con el facilitador, pueden aclarar las dudas que tengan y corregir los ejercicios y las evaluaciones que traen 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 y volver a revisar el video.

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

La salud y el bienestar de la comunidad dependen entre otras cosas de la calidad del agua que se les suministre.

Tenga en cuenta estas recomendaciones:

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

FONTANERÍA **RURAL**

MUNICIPIOS MENORES Y ZONAS RURALES

Módulo

1

**Un fontanero
eficiente hace
mantenimiento
permanente**

1. Lo que vamos a aprender los fontaneros sobre operación y mantenimiento del acueducto y calidad del agua

Vamos a aprender:

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

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



Pacho



Fernando

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

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

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

Fernando: Yo hablé con la Jefe del Puesto de Salud y me dijo que tienen mucha diarrea, vómitos y fiebre. Y que eso va a ser porque el agua del acueducto nos está llegando muy sucia y sin tratamiento.

Pacho: No faltaba más. O sea que ahora nos van a echar la culpa a nosotros. Yo he sabido que esos malestares no siempre se deben a la mala calidad del agua.

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

Pacho: 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.

Fernando: Con mucho gusto, Pacho. Le voy a recordar algunas cositas que Usted de pronto, por el afán, ha olvidado hacer. Con este oficio de fontanero tenemos mucha responsabilidad, para que no se nos enferme el vecindario. Ponga cuidado, yo le voy diciendo...

3. Lo que debemos saber y poner en práctica

La calidad del agua y su tratamiento

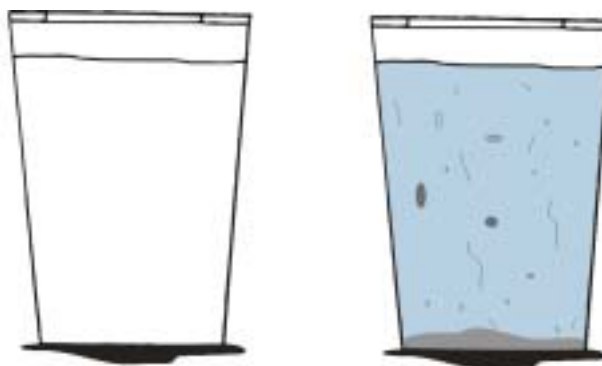
¿Qué es la calidad del agua?

La calidad del agua es el conjunto de propiedades que la hacen apta para un uso determinado. Es decir: si la vamos a beber, o la vamos a usar para limpiar la cocina o lavar la ropa, o limpiar el café en la finca. El agua tiene características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas.

Características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas

Características físicas:

son las propiedades que se pueden ver, sentir u oler. Por ejemplo: la turbiedad, el color, la temperatura, el olor y el sabor. El agua para consumo humano debe ser transparente, incolora y sin sedimentos. Tampoco debe tener sabor ni olor y debe ser fresca al paladar.



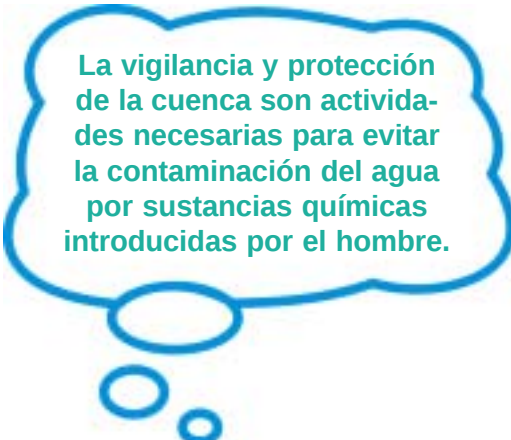
- **Color:** es la tonalidad que adquiere el agua debido a la presencia de sustancias orgánicas naturales, producidas por la descomposición de material vegetal, o de sustancias minerales como el hierro y el manganeso. Las unidades para expresar el color son las UPC, que significan Unidades de Platino Cobalto.

- **Turbiedad:** es la propiedad que tiene el agua de impedir el paso de la luz. Se debe a la presencia de partículas sólidas orgánicas e inorgánicas, tan pequeñas que no tienen el peso suficiente para sedimentar por acción de la gravedad, tales como arcillas, limos y colonias de bacterias. Estas partículas se denominan coloides y deben ser removidas del agua mediante la sedimentación, filtración y la desinfección, dado que pueden cubrir a las bacterias y otros microorganismos, impidiendo su destrucción. La turbiedad se determina en un turbidímetro y se expresa en UNT o Unidades Nefelométricas de Turbiedad.
- **Sólidos:** muchas sustancias sólidas pueden ser incorporadas al agua, disolviéndose o permaneciendo en suspensión y alterando sus características. Los sólidos suspendidos pueden ser sedimentables como las arenas o no sedimentables como las arcillas y los limos.

Características químicas: estas características se deben a las diversas sustancias químicas disueltas en el agua. Es importante conocer las características químicas del agua, para escoger el tratamiento más adecuado y las sustancias requeridas para tratarla y hacerla apta para el consumo humano.

- **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 e incrustaciones en las redes y accesorios.

Algunas sustancias químicas presentes en el agua, bien sea en forma natural como el arsénico, el flúor y el manganeso, o agregadas por actividades del hombre, como los nitratos, los metales pesados y los pesticidas, pueden ser nocivas para la salud humana y deben ser removidas antes de utilizar el agua para consumo humano.



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 presentes en el agua. El agua para consumo humano debe estar libre de los microorganismos y parásitos que pueden causar enfermedades como diarrea, cólera, gastroenteritis, amebiasis, entre otras.

El tratamiento más común para eliminar estos microorganismos es la desinfección con cloro gaseoso o hipoclorito de sodio o de calcio. También se pueden eliminar hirviendo el agua durante varios minutos. Cuando el

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





agua es muy clara y no tiene turbiedad, se puede desinfectar dejándola al sol, en botellas transparentes, durante varias horas.

Características organolépticas: las características organolépticas se refieren al olor, sabor y percepción visual de sustancias y materiales flotantes y/o suspendidos en el agua.

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.



¿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 ser sometida a tratamiento.

El agua potable es la que reúne los requisitos físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el Decreto 475/98 o la norma que lo modifique o sustituya. Esta agua puede ser consumida por la población humana, sin producir efectos adversos a la salud.

¿En qué consiste el tratamiento del agua?

El tratamiento del agua es el conjunto de operaciones y procesos a los que se somete el agua natural o agua cruda, para convertirla en agua potable.

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 nocivas que ésta contiene. El tratamiento del agua puede incluir los siguientes procesos y operaciones. (Cuadro 1).

El tratamiento del agua generalmente se realiza en las plantas potabilizadoras. 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.

Cuadro 1

Barreras y Procesos	Propósito
Rejillas en la bocatoma	Impedir el paso de material flotante como hojarasca, ramas, palos, trapos y plásticos.
Desarenador	Retener sólidos gruesos como arenas y gravas.
Aireación	Oxidar compuestos químicos orgánicos e inorgánicos, causantes de olor y sabor.
Coagulación-floculación	Hacer que las partículas muy pequeñas de arcillas y limos se agrupen, ganen peso y puedan 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.

Conceptos fundamentales



¿Qué es el caudal?

Es el volumen de agua que circula por las redes del acueducto o por uno de sus componentes (ej. bocatoma, desarenador, tuberías, etc.) en una unidad determinada de tiempo; por ejemplo: litros por segundo, metros cúbicos por día.

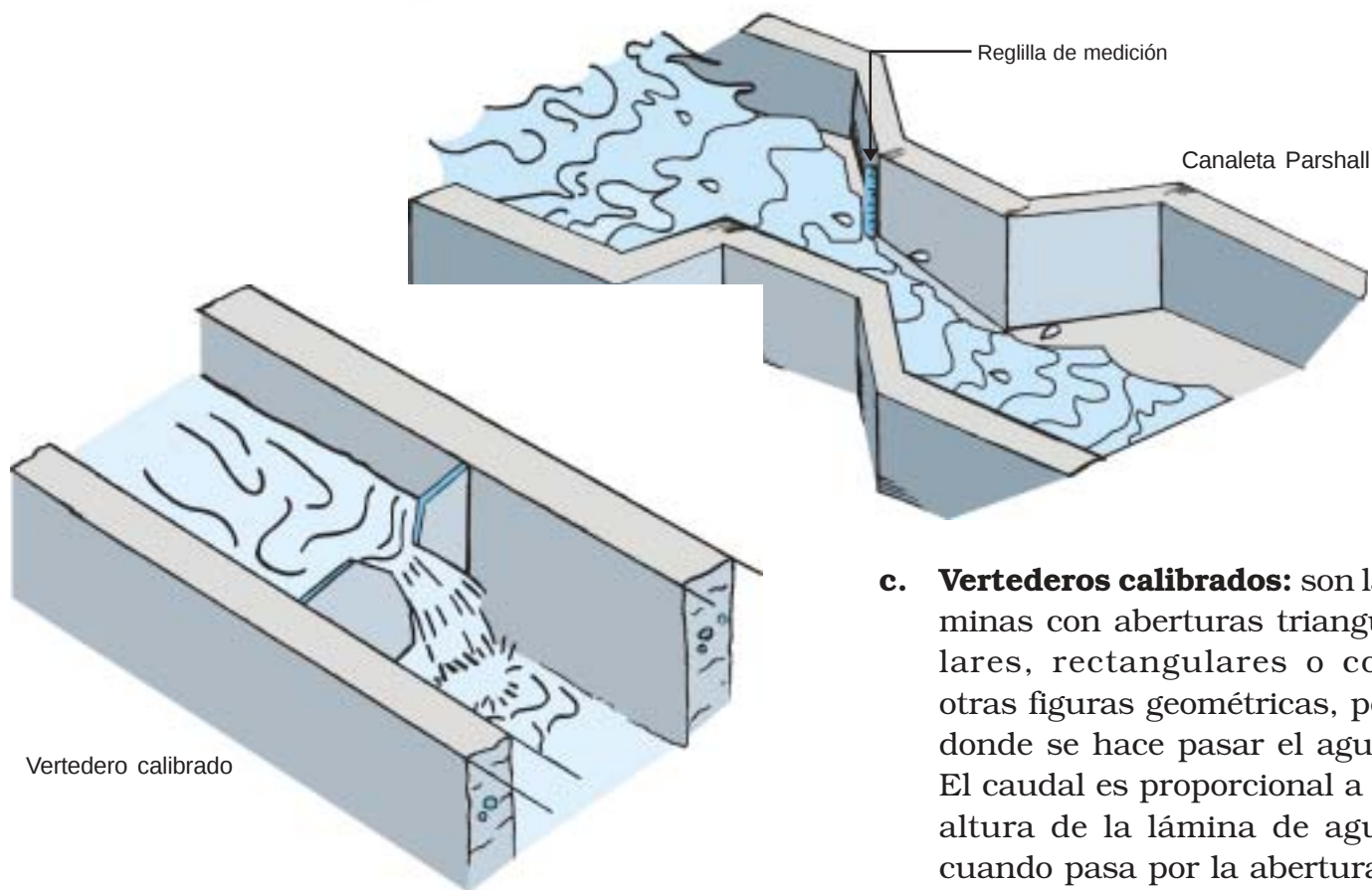
¿Cómo se mide el caudal?

(Ver Anexo 2: Unidades de Medida).

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

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



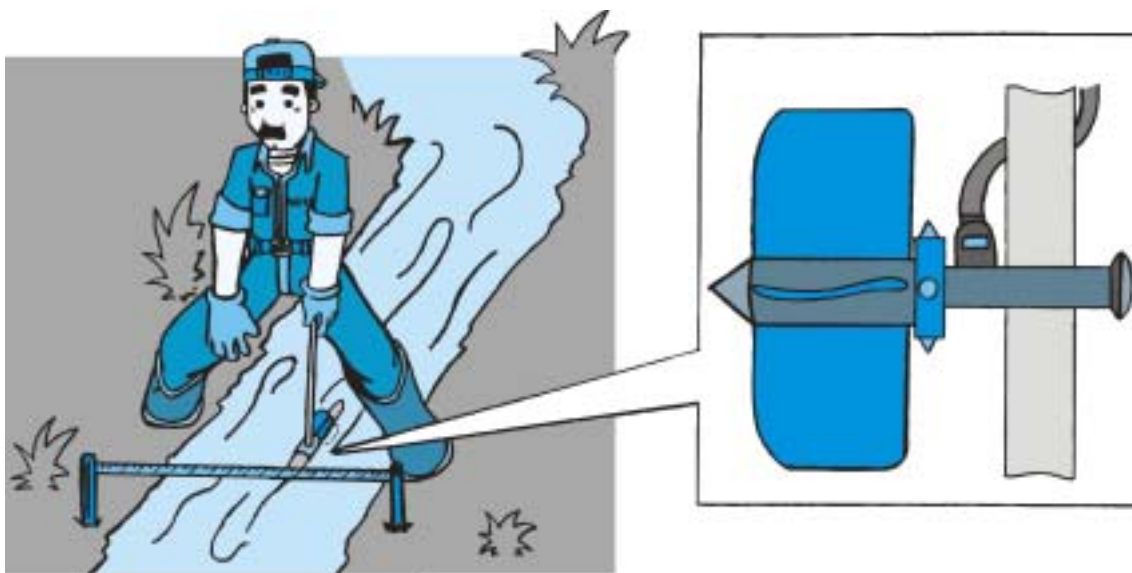
c. Vertederos calibrados: son láminas con aberturas triangulares, rectangulares o con otras figuras geométricas, por donde se hace pasar el agua. El caudal es proporcional a la altura de la lámina de agua cuando pasa por la abertura.

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 correntómetro 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 (m^3/s) y en litros por segundo (L/s), habría que hacer la siguiente operación:

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

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 cono-

cida, 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.



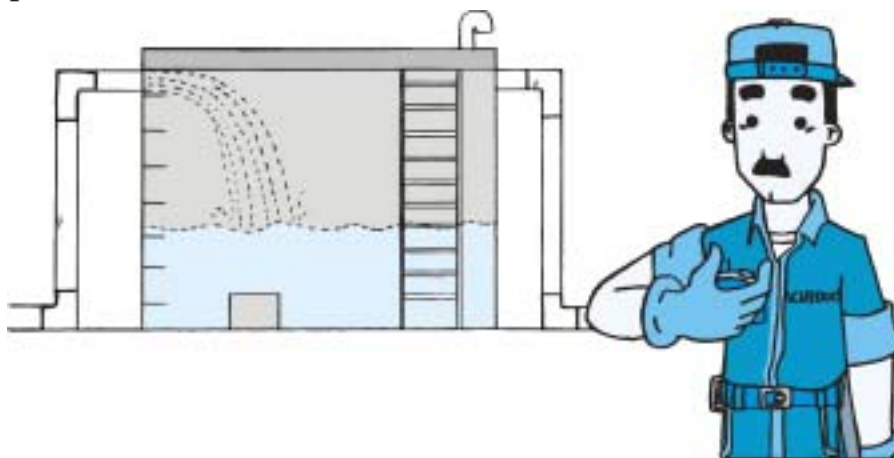
Ejemplo: Cálculo de la velocidad del agua, si una botella que flota en ella se demora 10 segundos en recorrer una longitud de 5 metros.

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

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.

- e. **Método volumétrico:** cuando los caudales son pequeños y el agua cae libremente, como por ejemplo cuando se descarga en un tanque por medio de una tubería superior, haga lo siguiente para medir el caudal:



1. Aliste un cronómetro y un balde marcado por dentro con medidas de volumen en litros.



2. Ponga el balde bajo el chorro de agua y en el mismo momento ponga a funcionar el cronómetro.
3. Espere a que el balde se llene hasta una altura determinada y retírelo del chorro, al mismo tiempo que detiene el cronómetro.
4. Anote el volumen de agua recolectado en el balde y el tiempo empleado.
5. Al realizar la operación de dividir el volumen obtenido en litros y el tiempo en segundos que tarda en llegar al nivel marcado, da como resultado el caudal de entrada al tanque.

Ejemplo: Para medir el caudal que entra a un tanque de almacenamiento se mide con un cronómetro el tiempo que demora en llenarse un balde hasta una altura marcada de 20 litros. 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.

$$\begin{aligned}\text{Caudal} &= \text{Volumen llenado} / \text{tiempo empleado} \\ &= 20 \text{ litros} / 5 \text{ segundos} = 4 \text{ litros/segundo} = 4\text{L/s.}\end{aligned}$$

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 demoró 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,

$$0.4 \text{ m}^3/\text{min} = 0.4 \times 1.000 \text{ Litros} / 60 \times 10 \text{ segundos} = 6.66 \text{ L/s.}$$

¿Qué es la presión?

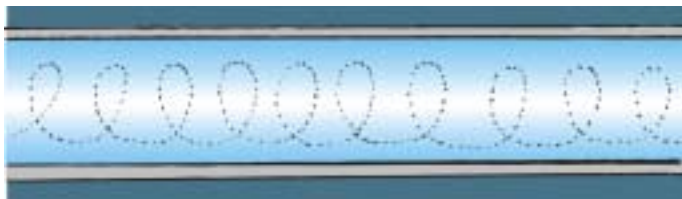
La presión es la fuerza que ejerce el agua sobre las paredes internas de las tuberías y elementos del acueducto.

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 escapes a través de las válvulas u otros accesorios.

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.

Presión mínima: es aquella que le permite al agua llegar a todos los usuarios del servicio. Por reglamento 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



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.

sufran deterioro. Es una especificación que establece el fabricante y depende de la resistencia de los materiales de las tuberías y accesorios. Sin embargo, por reglamento, en Colombia 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.



Diagrama del sistema de acueducto

¿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.

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

- Porque se requieren para el catastro de redes.
- También son de utilidad para localizar daños y fugas en las redes.
- 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 una convención?

Es un símbolo utilizado para simplificar la representación de los elementos y accesorios de un acueducto en un diagrama.

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

- Es indispensable que los conozca muy bien.
- Le resultarán muy útiles para determinar los materiales y accesorios que requiere para su trabajo.
- 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 de acueducto

Elemento	Símbolo
Área verde	
Borde de acera	
Cerca de alambre de púa	
Codo	

Elemento	Símbolo
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	Elemento	Abreviatura	Elemento	Abreviatura
Asbesto cemento	AC	Polivinilo de Cloruro	PVC	Codo	CO
Cobre	CU	Hierro fundido	HF	Hierro galvanizado	HG
Hierro acerado	HA	Purga	PUR	Reducción	RED
Hierro dúctil	HD	Tee	TE	Válvula	V
Poliétileno de alta densidad	PEAD	Válvula reductora	VR	Ventosa	VEN

¿Qué es un plano?

Un plano es una representación gráfica en donde cada uno de los elementos representados 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.

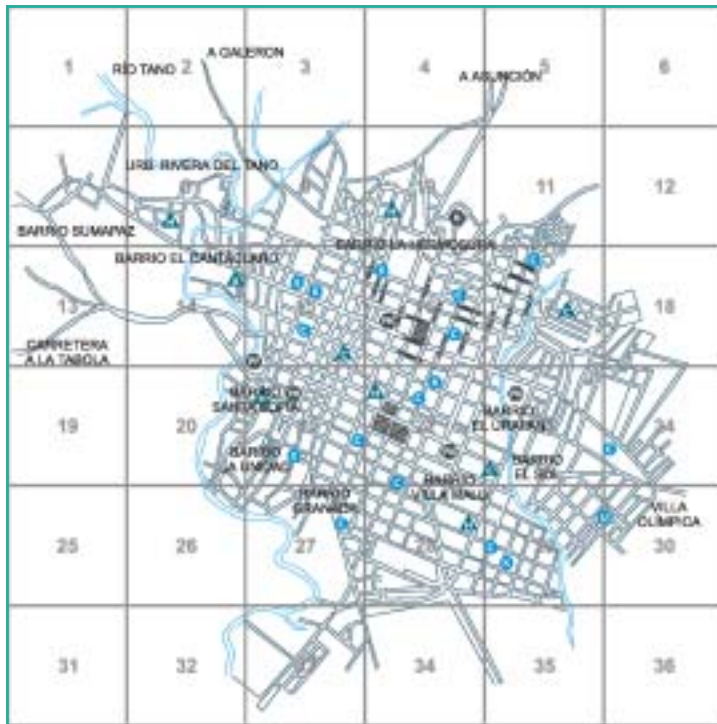
¿Para qué sirven los planos?

- En los planos se especifican los diámetros, los materiales y longitudes de las tuberías y accesorios,
- 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. Generalmente se dibuja sobre un plano de la localidad en donde aparecen las casas. Su tamaño ideal es de pliego, o sea 1.0 m x 0.7 m.

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.



¿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:

- Hacer una lista de los materiales.
- Definir las cantidades y costos de éstos.
- Incluir el transporte.
- 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 (depósitos, ferreterías, etc).
4. Definir con el transportador 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 (Pesos)	Valor total (Pesos)
Niple 50 cm D= 4"	Unidad	1	32.800	32.800
Unión de reparación 4"	Unidad	2	31.875	63.750
Universal 4"	Unidad	1	46.898	46.898
Transporte				2.000
TOTAL				145.448

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 (Pesos)	Valor total (Pesos)
Tee reducida 3" x 2"	Unidad	1	11.971	11.971
Tubería PVC 1" presión	m	75 (13 Unid. de 6 m)	31.779 Unid. x 6 m	413.127
Collares de derivación campana 2" x 1/2"	Unidad	3	5.504	16.512

Elementos necesarios	Unidad	Cantidad	Valor por unidad (Pesos)	Valor total (Pesos)
Unión 2"	Unidad	3	3.204	9.612
Universal 2"	Unidad	6	24.090	144.540
Tubería PVC ½" RD 9	m	15 (3 Unid. de 6 m)	16.880 Unid. x 6 m	50.640
Llaves de registro	Unidad	3	16.000 Unid. x 6 m	48.000
Medidores	Unidad	3	91.000	273.000
Llaves de corte ½"	Unidad	3	7.708	23.124
Transporte				15.000
Total				1'005.526

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 se llame acueducto?

Los requisitos son:

- El sistema debe suministrar agua potable.
- Debe entregar el agua a los usuarios o viviendas mediante conexión domiciliaria.
- Y debe establecer un sistema individual de medición de los consumos de cada usuario.

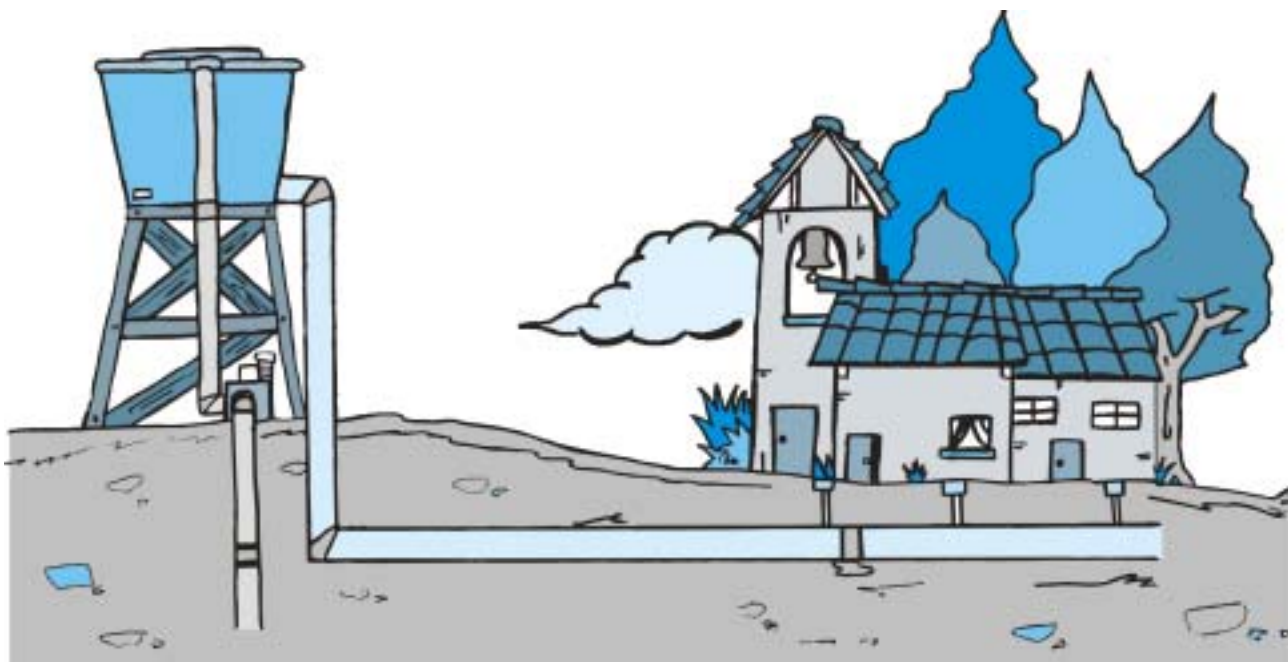
¿Y si no se cumplen los requisitos anteriores?

Entonces el sistema se denomina “Sistema de abastecimiento de agua”.

¿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 Colombia podemos distinguir principalmente dos clases de acueductos:

- **Acueductos por gravedad:** estos acueductos son típicos de la zona andina. Se aprovecha la topografía del terreno para llevar el agua por gravedad desde la bocatoma, localizada en tierras altas, hasta las viviendas, que se encuentran a una altura menor.
- **Acueductos por bombeo:** utilizan como fuente las aguas superficiales de los valles interandinos, de las llanuras costeras y del interior y aguas subterráneas. 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.



Acueducto por bombeo

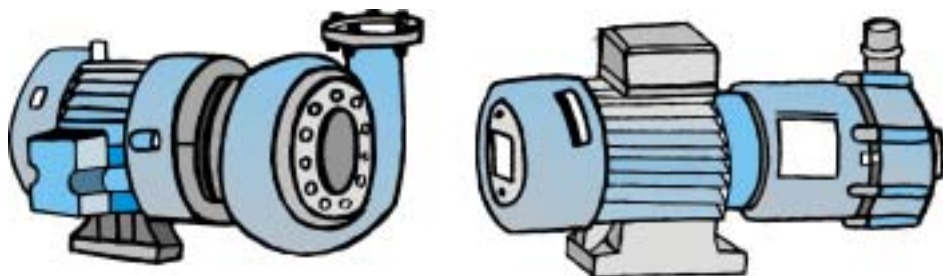
Esquemas generales de acueducto



Acueducto de tierras planas



Sistemas de bombeo



Componentes del sistema de acueducto

Los elementos que conforman un sistema de acueducto son once (11) y se definen a continuación:

- **Microcuenca:** es el área que rodea un nacimiento de agua, incluyendo el suelo con su capa vegetal, el bosque y el cauce.
- **Fuente:** depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.
- **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 bocatoma.
- **Aducción:** componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión. El agua cruda es la que proviene de una fuente superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.
- **Desarenador:** tanque destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación.
- **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.
- **Planta de tratamiento:** es el conjunto de estructuras, obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que requiere el tratamiento de potabilización 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.
- **Tanque de almacenamiento:** 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.
- **Red de distribución:** es un conjunto de tuberías y accesorios que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento hasta los puntos de consumo.
- **Acometida domiciliaria:** es la derivación de la red de distribución que llega hasta el registro de corte de un usuario.
- **Micromedidor:** 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 son 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, a saber:

Mantenimiento preventivo: son las actividades realizadas para:

- Que todos los elementos del sistema de acueducto funcionen diariamente.



- Que el servicio se dé a los usuarios sin interrupciones mayores.
- Se puedan atender las emergencias que se presenten.

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

- Cuando se presenta un daño, hay que repararlo en el menor tiempo posible.
- Por lo general, el daño causa la interrupción normal del suministro de agua y el deterioro del sistema de acueducto.
- 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 veredal o rural?

Todo acueducto rural 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 de la entidad que 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 a cabalidad las actividades de operación y mantenimiento del acueducto?

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 diligenciar los formatos que se muestran en las tablas 1 y 2.

(Ver Anexo 4: Formato de reparación de daños).



Tabla 1

Formato de control de actividades de mantenimiento correctivo

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

Tabla 2

Formato de control de actividades de mantenimiento preventivo

Fecha	Mantenimiento realizado	Materiales y repuestos utilizados
	Limpieza de la bocatoma	
	Recorrido de las tuberías de aducción-conducción	
	Revisión de válvulas, ventosas y purgas	
	Lavado de desarenador	
	Lavado de tanque	
	Chequeo de hidrantes	
	Lavado de la red mediante purga de hidrantes	
	Evacuación de aire por las ventosas	
	Purga 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 conocer y saber:

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

4. Para estar seguros de lo que aprendimos

Pacho: Hagamos algunas prácticas para reforzar lo aprendido.



Fernando:
Bueno. A tema importante... cabeza pensante



Actividad 1

Busque el Plano del Acueducto donde Usted trabaja. Revise que tenga los datos del cuadro que aparece a continuación. Coloque una cruz 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	Cruz	* Punto rojo
Los diámetros		
Los materiales		
Las longitudes de las tuberías		
Los accesorios y sus características		
La ubicación de las estructuras (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 bocatoma	
Recorrido de las tuberías de aducción-conducción	
Revisión de válvulas, ventosas y purgas	
Lavado de desarenador	
Lavado de tanque	
Chequeo de hidrantes	
Lavado de la red mediante purga de hidrantes	
Evacuación de aire por las ventosas	
Purga de lodos acumulados en tuberías	

5. ¿Qué tanto aprendimos?



Vamos a responder esta evaluación para saber si entendimos un par de cosas importantes.

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

Mantenimiento realizado	Correctivo	Preventivo
a. Limpieza de la bocatomá		
b. Recorrido de las tuberías de aducción-conducción		
c. Reparación de una tubería rota		
d. Revisión de válvulas, ventosas y purgas		
e. Lavado de desarenador		
f. Desague de tanque rebosado		
g. Lavado de tanque		
h. Chequeo de hidrantes		
i. 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 cruz (+)

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 que se hace para que todos los elementos del acueducto funcionen diariamente. _____

- b. El que se hace cuando se presenta un daño. _____
 - c. El que 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. Observe el video FONTANERÍA RURAL PRÁCTICA y diga cuáles componentes del Sistema de Acueducto menciona la Ingeniera María en el diagrama.
- a. Bocatoma, desarenador y planta de tratamiento.
 - b. Cuenca y herramientas del fontanero.

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.

Pregunta 1.

Respuestas:

Mantenimiento realizado	Correctivo	Preventivo
a. Limpieza de la bocatoma		+
b. Recorrido de las tuberías de aducción-conducción		+
c. Reparación de una tubería rota	+	
d. Revisión de válvulas, ventosas y purgas		+
e. Lavado de desarenador		+
f. Desague de tanque rebosado	+	
g. Lavado de tanque		+
h. Chequeo de hidrantes		+
i. Remoción de derrumbe	+	

Si ha cometido errores, lea de nuevo el título: ¿Que 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

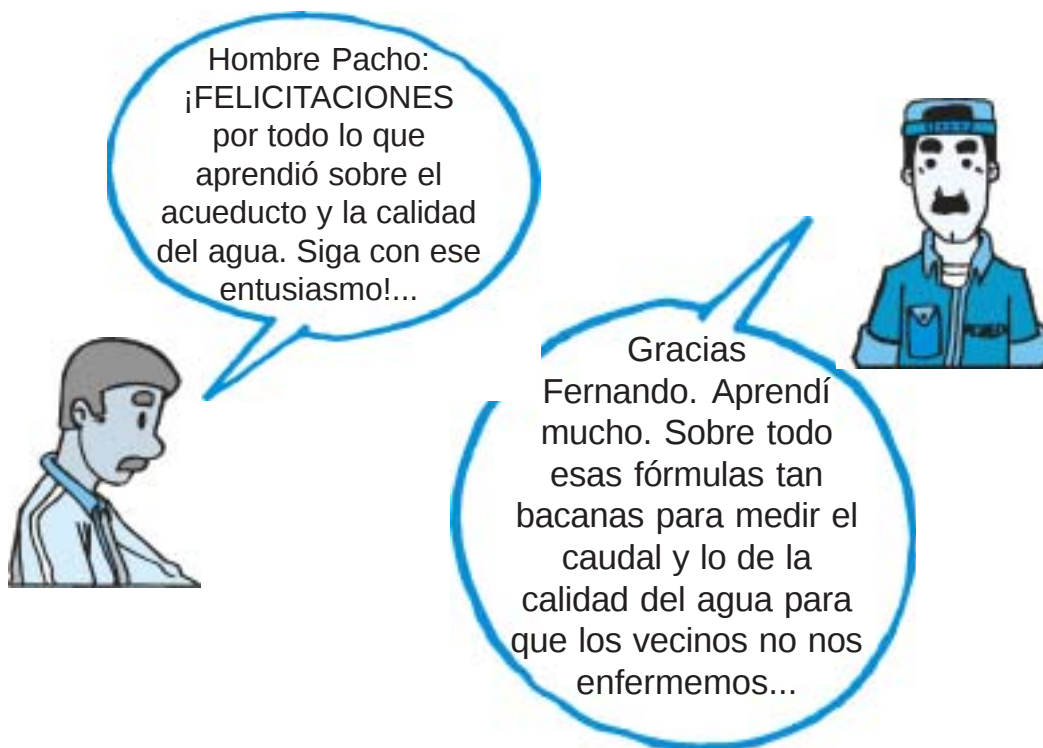
- c. Vertederos calibrados
- d. Método área-velocidad

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

Respuesta a la pregunta 5.

- a. Bocatoma, desarenador y planta de tratamiento.
- b. Cuenca y herramientas del fontanero.

Si tiene alguna duda, vuelva a ver el video FONTANERÍA RURAL PRÁCTICA.



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...**

FONTANERÍA **RURAL**

MUNICIPIOS MENORES Y ZONAS RURALES

Módulo

2

**Captación, aducción y
conducción requieren
nuestra atención**

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

Vamos a aprender:

- A proteger nuestras fuentes de agua y a valorar el agua como fuente de vida.
- A comprender las diferentes maneras por medio de las cuales podemos captar el agua.
- A planear y realizar las actividades para el mantenimiento preventivo de las fuentes de agua, la bocatoma, el desarenador y las líneas de aducción y conducción.
- Y a comprender que: **Fontanero que hace bien su oficio, presta un buen servicio.**

2. Conversando sobre nuestro acueducto



Fernando



Imelda



Pacho

Pacho: Buenos días, Imelda, ¿cómo amaneció?

Imelda: Pues más o menos, Pacho. ¿No ve que estamos sin agua? Y hablando de agua, ahí veo venir a Fernando, el fontanero.

Fernando: Buenos días a todos. Claro que no son tan buenos con el problema que tenemos con el agua y si no le ponemos cuidado va a durar varios días.

Pacho: ¿Como así Fernando?

Fernando: 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.

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

Pacho: Y entonces, ¿qué vamos a hacer, Fernando?

Fernando: Pues yo vengo a que me ayuden a organizar un grupo de vecinos para que me colaboren en la solución de este problema.

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

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

Fernando: Pues Pacho, 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.

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

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

3. Lo que debemos saber y poner en práctica

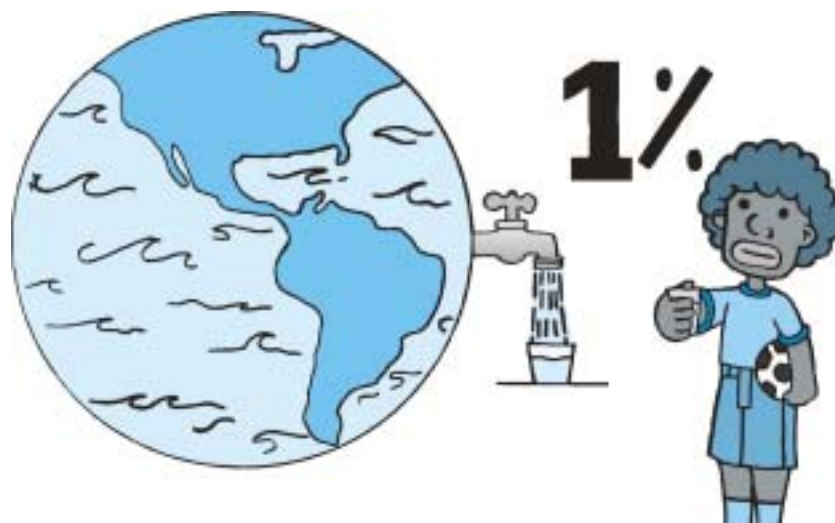
El agua en la naturaleza

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 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 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 según el 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, utilizarla de una mejor forma en las industrias e instituciones y controlar las pérdidas que se presentan en los acueductos.

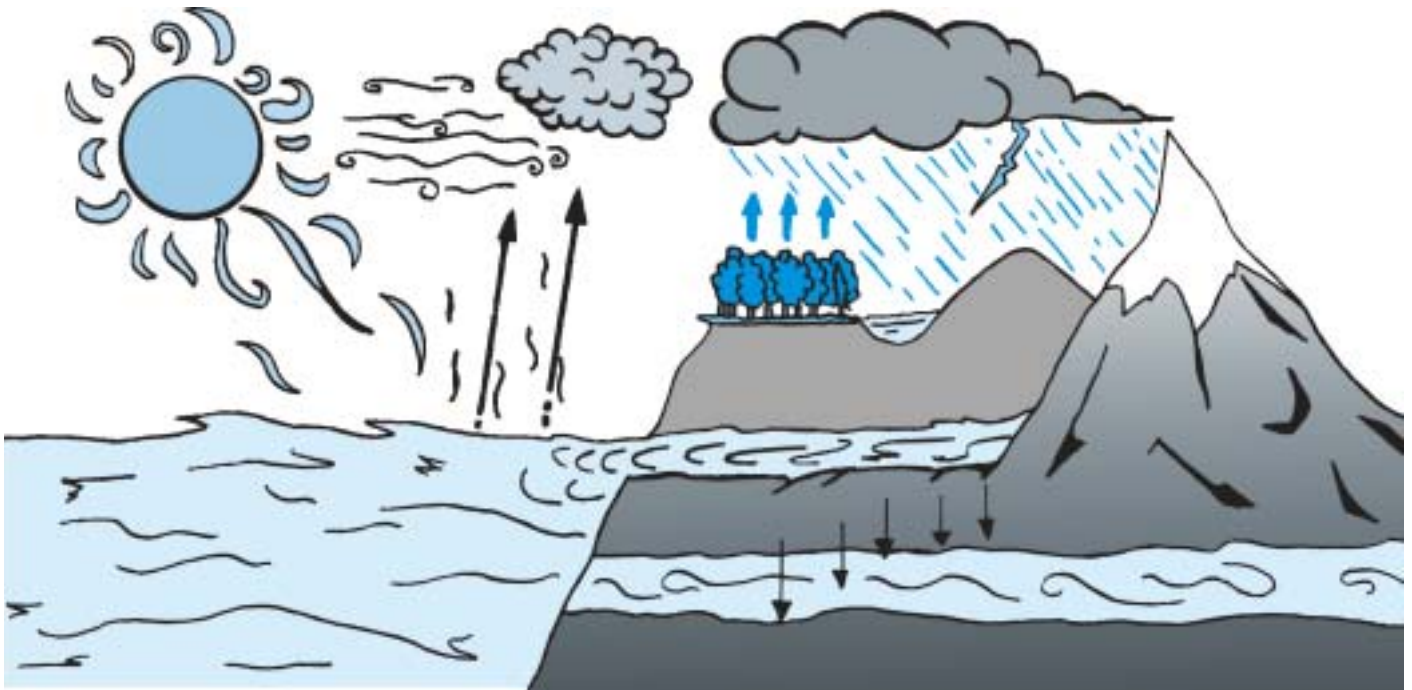
Recuerde siempre que la mejor fuente de agua es la que se ahorra, evitando su desperdicio.



El ciclo hidrológico, la cuenca y su protección

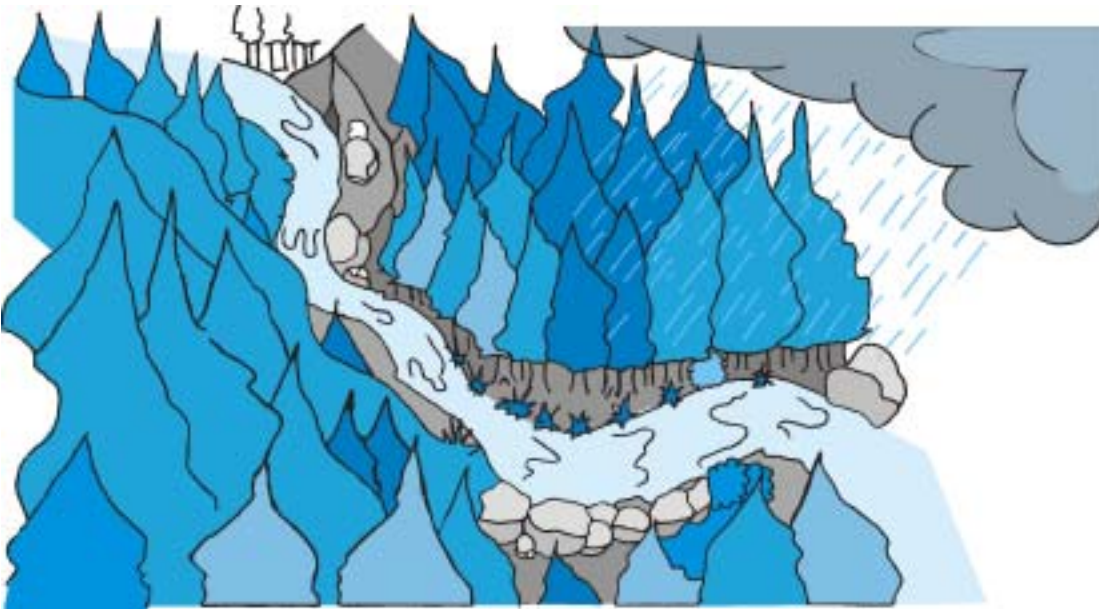
¿Qué es el ciclo hidrológico?

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 se precipita nuevamente sobre la superficie de la tierra como agua lluvia y escurre 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.



¿Qué es una cuenca hidrográfica?

Una cuenca hidrográfica es una unidad geográfica comprendida por toda la superficie en donde el agua lluvia que cae escurre hacia un mismo río, o un sistema de ríos conectados, que desembocan en otro río principal.



¿Qué es una microcuenca?

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

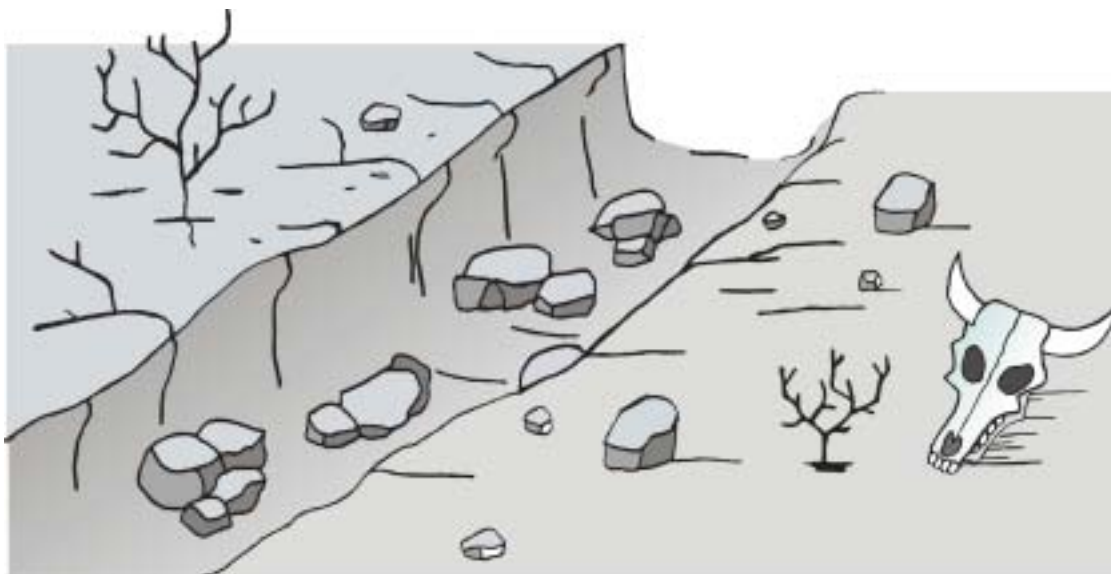
¿Por qué es importante la cuenca?

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 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 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 fuente de abastecimiento?

Es la corriente o depósito de agua natural de donde se puede sacar agua para consumo humano. Las fuentes pueden ser:



- **Superficiales:** manantiales, ríos, lagos, represas, embalses y mares.
- **Atmosféricas:** aguas lluvias recolectadas en los tejados y almacenadas en tanques para uso en una vivienda o finca.
- **Aguas subterráneas:** aguas que se almacenan en los poros huecos o fisuras del subsuelo. Cuando están muy cerca del nivel del suelo se captan por medio de pozos excavados denominados aljibes. Cuando son más profundas, es necesario perforar pozos.

¿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 se puede hacer 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 acciones que debe realizar el fontanero para proteger las fuentes de agua.

Tabla 3

Acciones para la protección de las fuentes de agua

Frecuencia	Cada mes
Actividad	1. Observar si hay cambios en las laderas o en el bosque que rodea la fuente.
	2. Verificar que las cercas de protección estén en perfecto estado.
	3. Observar si hay derrumbes de tierra u otros cambios en el suelo.
	4. Identificar descargas de aguas residuales, basuras y nuevas instalaciones pecuarias como marraneras y gallineros e informar a las autoridades municipales.
	5. Actividades mineras. Detectar cambios visibles en la calidad del agua como el color, la turbiedad, 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.
	8. Verificar si hay nuevas viviendas o actividades humanas en los alrededores de la fuente.
	9. Observar si hay señales de aplicación de elementos nocivos 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.

Tabla 3

Acciones para la protección de las fuentes de agua (continuación)

Frecuencia	Cada mes
Acciones	10. Inspeccionar los nuevos árboles sembrados para proteger la fuente.
	1. Informar a la entidad prestadora del servicio sobre los resultados de cada inspección.
	2. Dejar constancia escrita de las actividades diligenciando 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 de los funcionarios de las Corporaciones Autónomas Regionales (CARs), de la Umata, colegios o grupos ambientales y de la comunidad.
	2. Dejar constancia escrita en el formato respectivo.



Bocatomas

¿Qué elementos componen una bocatoma o estructura de captación?

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

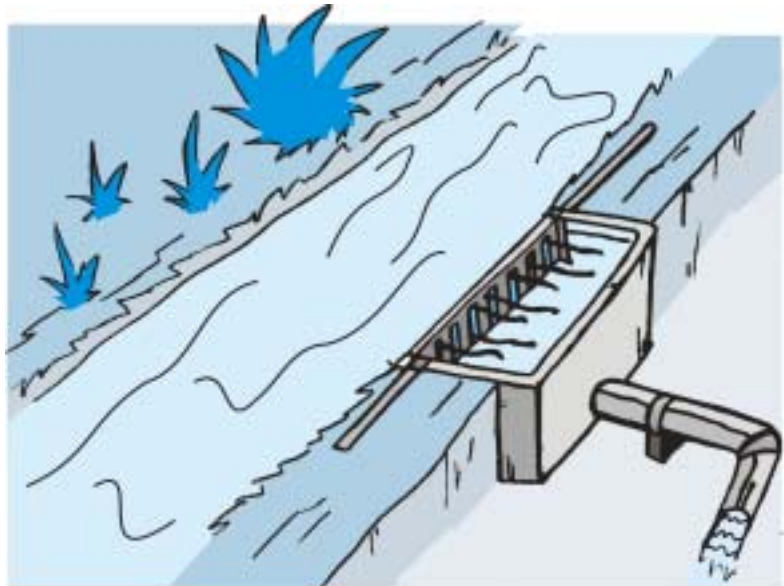
- Canales de derivación
- Compuertas
- Rejillas
- Equipos de bombeo y válvulas

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 bocatomas

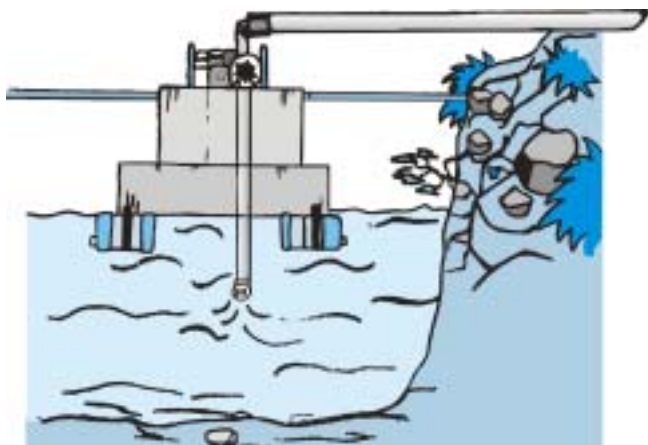
Las bocatomas se construyen de manera que puedan captar agua durante todo el año. Las hay de varios tipos:

- 1. 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 de aducción.



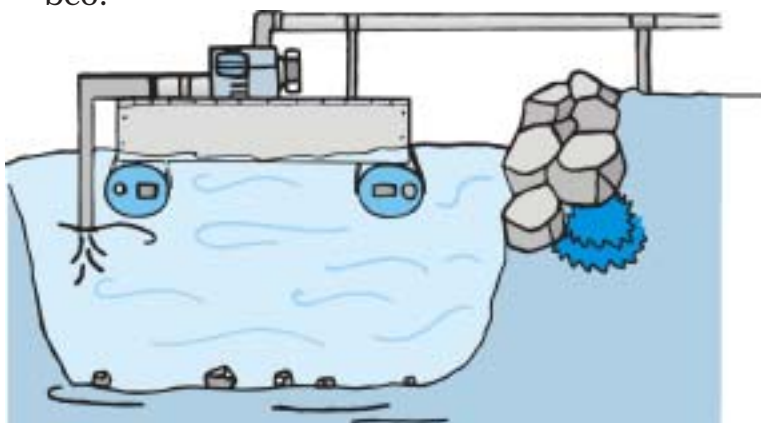
2. Bocatoma de fondo:

se construye en ríos y quebradas pequeños, poco profundos 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.



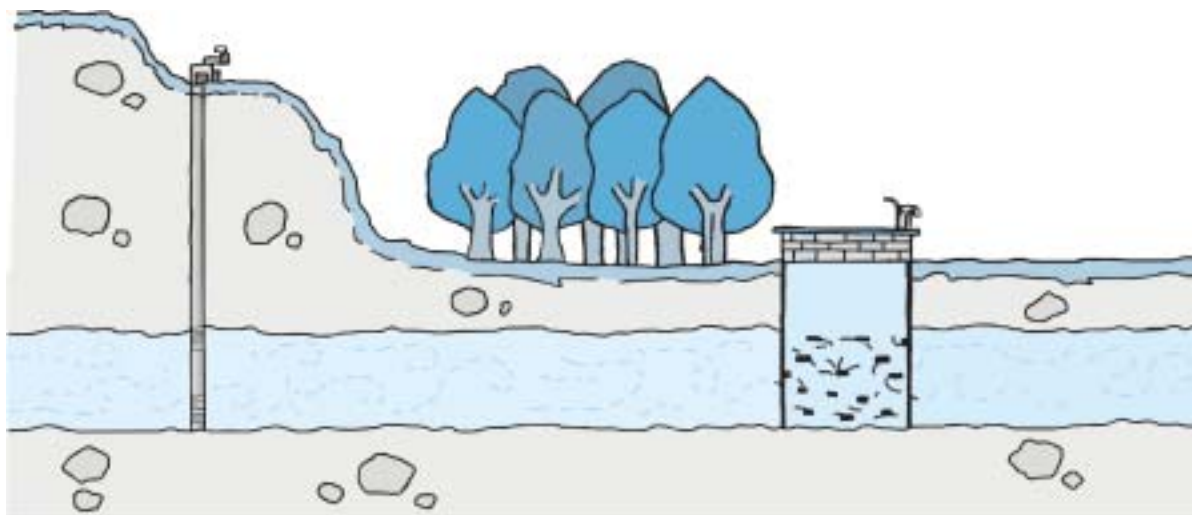
3. Bocatoma flotante: se construye en ríos, lagos y represas que tienen variaciones de nivel. Se instalan sobre estructuras ancladas al fondo y en una de las orillas. Este tipo de captación necesita equipos de bombeo.

4. 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 bombeo.

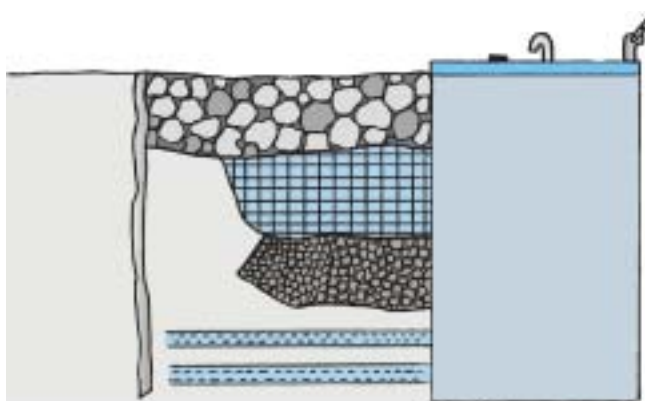


Ejemplo: Una bocatoma móvil puede estar constituida por una plataforma de madera armada sobre unas canecas metálicas o plásticas desocupadas que sirven de flotador. Sobre la plataforma se instala el equipo de bombeo protegido por una caseta. El puente de acceso a la plataforma, la conexión eléctrica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

- 5. Pozos:** son perforaciones a determinada profundidad, que se hacen en un terreno para captar aguas subterráneas. Pueden ser profundos o poco profundos. Los pozos poco profundos (menos de 10 m) se conocen con el nombre de aljibes.



- 6. 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 las bocatomas?

Para bocatomas laterales y de fondo, realice las siguientes actividades de mantenimiento preventivo:

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



- Lavar y limpiar el tanque recolector para remover los sólidos y la suciedad acumulados en las paredes y en el fondo.
- Abrir la válvula de limpieza del tanque recolector y dejar salir los sedimentos acumulados en su interior.
- Abrir o cerrar las compuertas, según el caudal de agua que necesite.
- Chequear el funcionamiento de las válvulas y lubricarlas, si es necesario.
- Tener en cuenta los cambios en la calidad del agua cruda, especialmente relacionados con el caudal, la turbiedad y los sedimentos de gran tamaño.
- 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.

Para bocatomas flotantes y móviles:

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

Recuerde:
**¡¡Protegiendo
nuestras fuentes
tendremos un sano
ambiente!!**

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

Tabla 4

Mantenimiento preventivo de la bocatoma

BOCATOMA	LATERAL Y DE FONDO
Frecuencia	Cada 15 días
Actividades	1. Limpie la rejilla. Esta actividad se debe realizar dependiendo de la calidad del agua cruda; si en invierno la rejilla se tapona rápidamente debe limpiarse cada vez que se tapone. 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). 2. Realice la revisión de la estructura, para encontrar fugas, daños o deterioro de la infraestructura. 3. Revise si hay tomas presuntamente no autorizadas aguas arriba de la bocatoma actual¹. En caso afirmativo, informe inmediatamente a su superior y a la autoridad ambiental encargada de otorgar las concesiones de agua. 4. Revise si hay descargas de aguas residuales presuntamente no autorizadas, aguas arriba de la bocatoma². En caso afirmativo, informe inmediatamente a su superior y a la autoridad ambiental. 5. Limpie la cámara de derivación.
Materiales requeridos	Hágalo manualmente con pala, rastrillo y cepillo. Utilice guantes y botas.
Frecuencia	Cada mes
Actividades	1. Mida el caudal del agua. 2. Mida la turbiedad del agua.
Materiales requeridos	Reglilla y cronómetro, turbidímetro.
Frecuencia	Cada 3 meses
Actividades	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	Aceite y grasa lubricantes. Cepillo metálico.
BOCATOMA	FLOTANTE Y MÓVIL
Frecuencia	Día
Actividades	1. Encienda y apague los equipos de bombeo según la programación establecida. 2. Ceba 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	1. Haga mantenimiento de los equipos de bombeo.
Observaciones	1. Deje registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizadas en la bocatoma. 2. Informe al administrador del acueducto sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño encontrado que no se haya podido reparar.

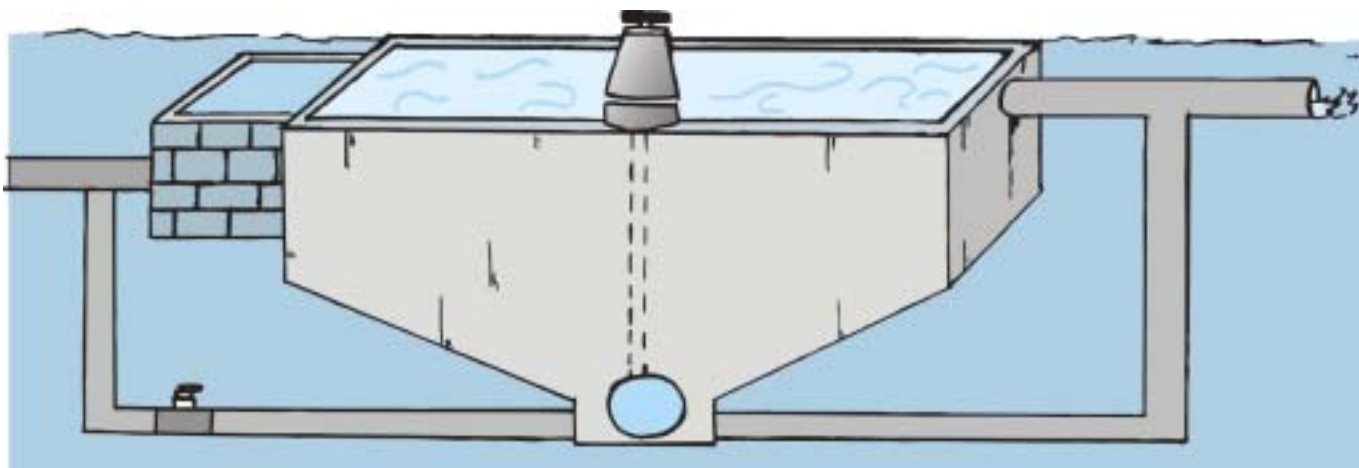
¹ Se debe actuar bajo la presunción de que las tomas no están autorizadas. Por eso es necesario reportar inmediatamente a la Corporación Autónoma Regional a través de la Alcaldía Municipal o de la UMATA, para que allí verifiquen si estas tomas tienen concesión o no y la autoridad ambiental actúe de acuerdo a la Ley.

² Se debe tomar las mismas medidas que en el caso anterior, así como en el caso de las descargas de aguas residuales.

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 que caen por gravedad cuando el agua se deja en reposo.



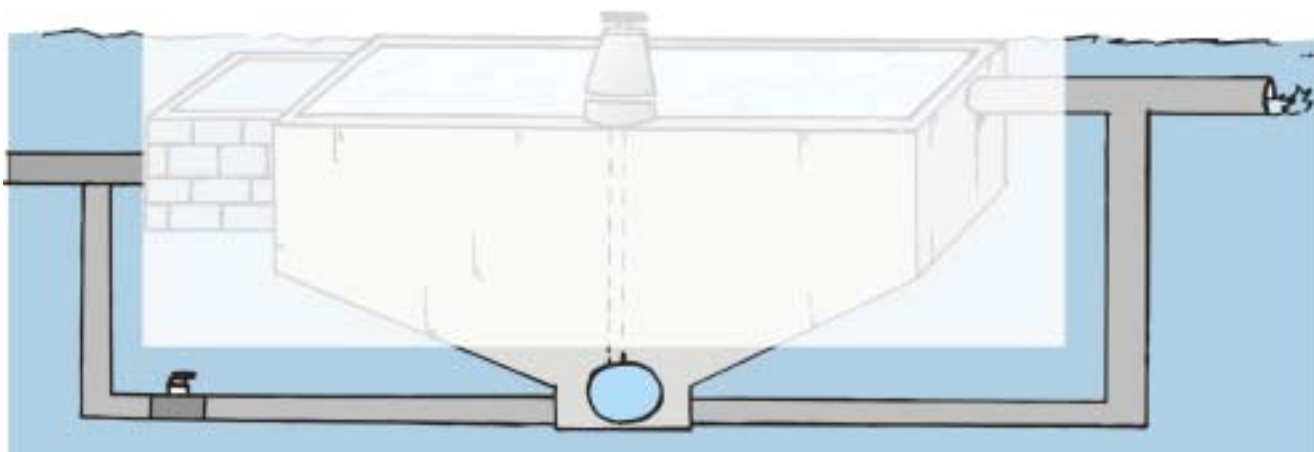
El desarenador está dividido en cuatro (4) zonas:

1. **Zona de entrada:** su función principal es reducir la velocidad que trae el agua desde la captación, mediante una pantalla deflectora, para facilitar la eliminación de las partículas. Lateralmente se encuentra un vertedero o tubería de rebose, que devuelve el caudal sobrante al río.
2. **Zona de sedimentación:** en esta zona las partículas pueden llegar al fondo del desarenador y sedimentarse. El agua debe estar en reposo.
3. **Zona de lodos:** es la zona que recibe y almacena los lodos sedimentados.
4. **Zona de 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 crecientes, 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 ésta se desocupe.
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, que conecte 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 de aducción se llene de aire, poniendo a funcionar las válvulas de purga y las ventosas (más adelante se explicará cómo funcionan estas válvulas).

Tabla 5

Mantenimiento preventivo del desarenador

Frecuencia	Diaria
Actividades	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 la entidad prestadora del servicio para buscar solución. 3. Verificar que las válvulas estén funcionando en forma adecuada.
Materiales requeridos	Se realiza en forma manual.
Frecuencia	Cada semana
Actividades	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 entidad prestadora del servicio, ganado o animales mayores. En caso de comprobarlo, verificar el estado de las cercas de aislamiento y reparar los daños encontrados.
Materiales requeridos	1. Se realiza en forma manual. 2. Alicates, alambre de púa, postes.
Frecuencia	Cada mes
Actividades	1. Limpieza completa de la estructura y todas sus partes, por dentro y por fuera.
Materiales requeridos	1. Cepillo, botas, pala. 2. Ayudante.
Frecuencia	Cada año
Actividades	1. Mantenimiento de todos los elementos que conforman el desarenador como compuertas, válvulas, vertederos, etc. 2. Retoque, resane y pintura general.
Materiales requeridos	1. Equipo especializado. 2. Pintura anticorrosiva, brocha, balde. 3. Ayudante.
Frecuencia	Cada dos años
Actividades	1. Recubrimiento de las caras interiores del tanque con mortero epóxico. 2. Impermeabilizado, cuando se requiera.
Materiales requeridos	1. Mortero epóxico, arena, cemento.
Observaciones	1. Dejar registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizadas en el desarenador. 2. Informar al administrador del acueducto sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño encontrado que no se haya podido reparar.

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

¿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 lo permita la autoridad ambiental.

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 por la autoridad ambiental.

Aducción y conducción

¿Cuál es la diferencia entre aducción y conducción?

Tanto la aducción como la conducción son tuberías o canales por donde se transporta agua, pero mientras la aducción transporta agua cruda a presión o a flujo libre, la conducción transporta agua tratada a presión.

Para las tuberías de aducción y 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 es de 60 centímetros desde la superficie hasta el lomo de la tubería.

¿Cómo fluye el agua por las tuberías de aducción y 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.

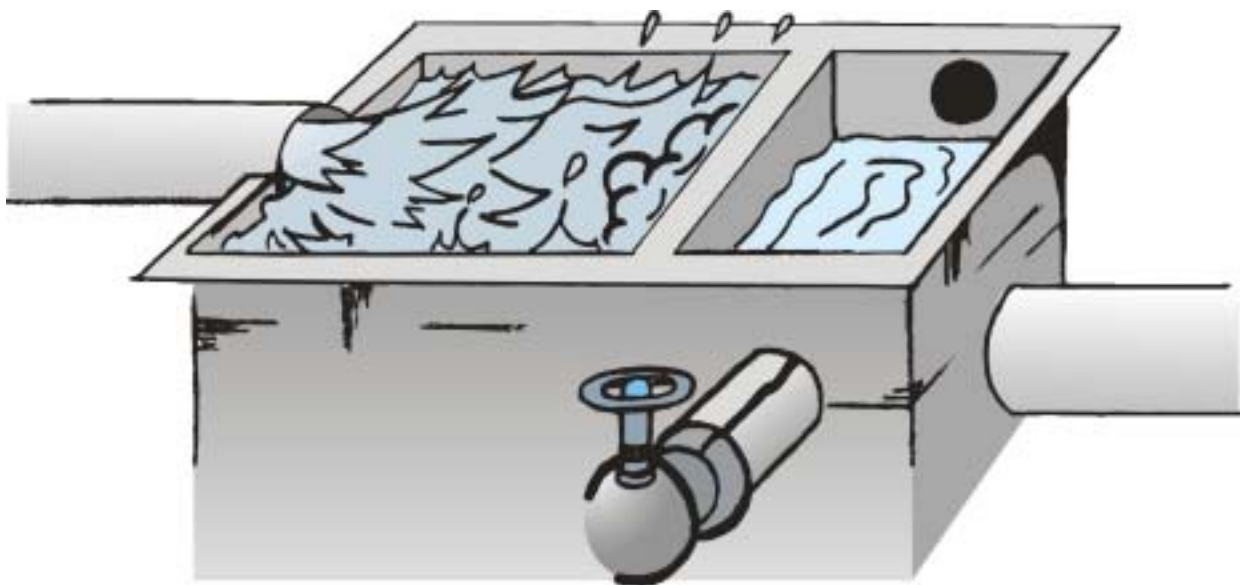
También lo puede hacer a presión, es decir que el agua no está en contacto con la atmósfera y tiene una presión mayor que la presión

atmosférica, como por ejemplo cuando el agua que fluye por la tubería de conducción o distribución.

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

Una red de aducción o de conducción no está compuesta únicamente por tuberías sino que también tiene otras estructuras y accesorios como cámaras de quiebre de presión, válvulas reductoras y reguladoras de presión, ventosas y válvulas de purga.

¿Qué es una cámara de quiebre de presión?

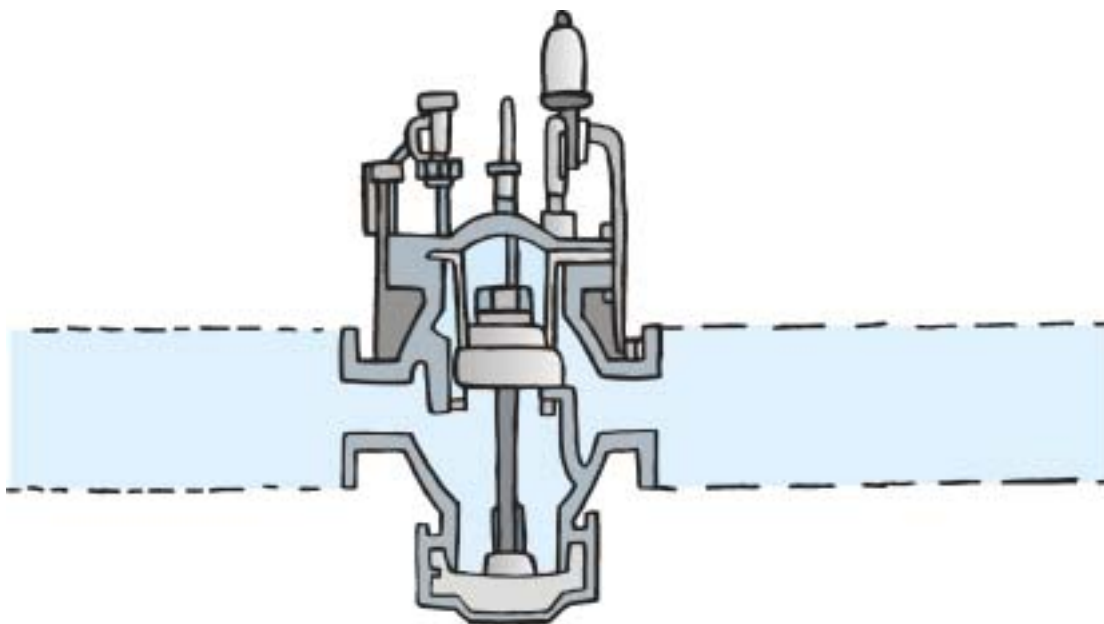


Una cámara de quiebre de presión es una estructura en forma de tanque que recibe el agua a presión superior a la atmósfera y la disminuye hasta el valor de la presión atmosférica. Así se evitan altas presiones en las instalaciones ubicadas aguas abajo.

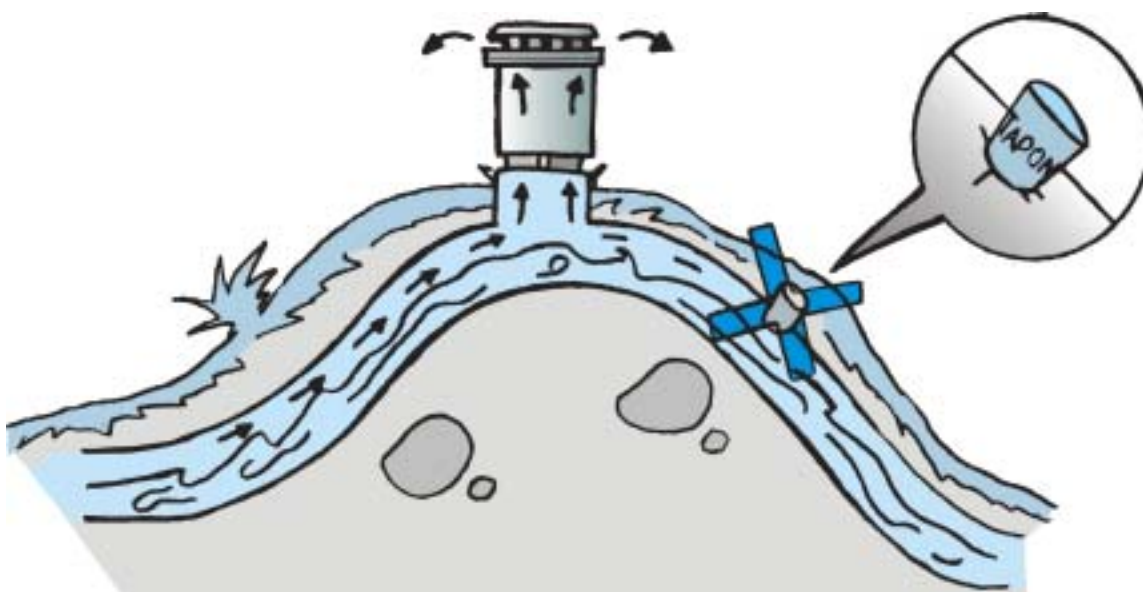
¿Qué son las válvulas reductoras y reguladoras de presión?

Son válvulas que alivian la presión en las tuberías, protegiendo las instalaciones ubicadas aguas abajo. Las válvulas reguladoras de pre-

sión se usan para mantener una presión constante y controlada a un valor previamente fijado a la salida de estos aparatos.



¿Qué son las ventosas?

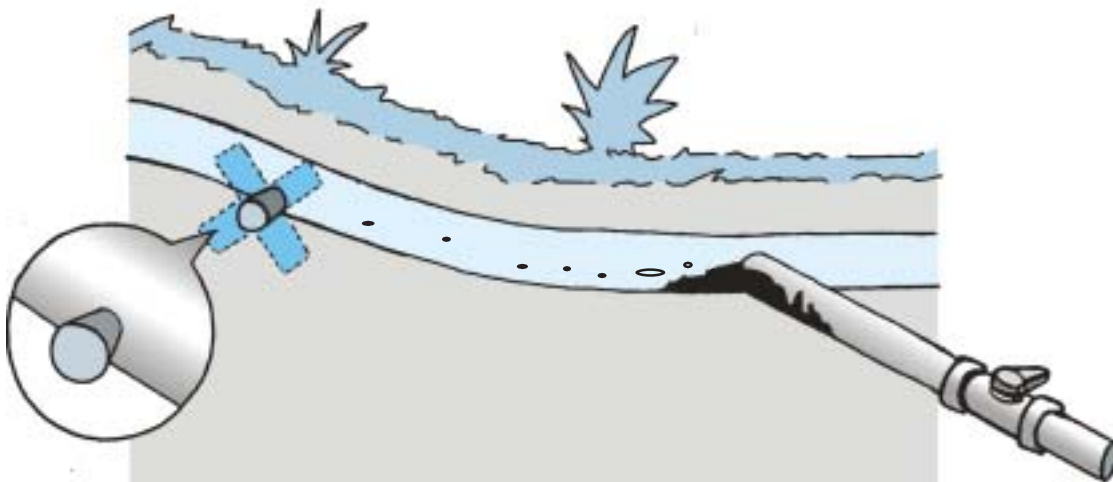


En los puntos altos de las líneas de aducción o conducción, suele acumularse aire en la parte superior de la tubería. Si ese aire no se

expulsa, forma un tapón que puede impedir el paso del agua y provocar un rápido deterioro de las instalaciones. 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 aducción y conducción?

Los principales problemas en las tuberías de aducción y conducción son debidos a obstrucciones por material que llega desde la bocatoma cuando no hay desarenador o planta de tratamiento. Además se pueden presentar fallas por asentamiento o deslizamiento del suelo que las soporta; también por la presencia de aire, cuando la aducción es demasiado larga; y por último se puede presentar rotura por debilitamiento de las tuberías, cuando éstas quedan expuestas al ambiente, especialmente si son de plástico.

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

1. Mantener despejada el área adyacente a la tubería. Esto facilitará su inspección.
2. Hacer recorridos frecuentes a lo largo de las tuberías de aducción y 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 o polietileno. El sol daña la superficie de las tuberías, afecta su flexibilidad y las hace menos resistentes. Si esta situación se presenta hay que cubrir la tubería, a una altura mínima de 60 centímetros por encima del lomo del tubo.
4. Detectar fugas, filtraciones y roturas y repararlas de inmediato. Recuerde que las fugas producen exceso de humedad en el suelo, que a su vez puede provocar derrumbes o asentamientos del terreno alrededor de las tuberías, dañándolas considerablemente.



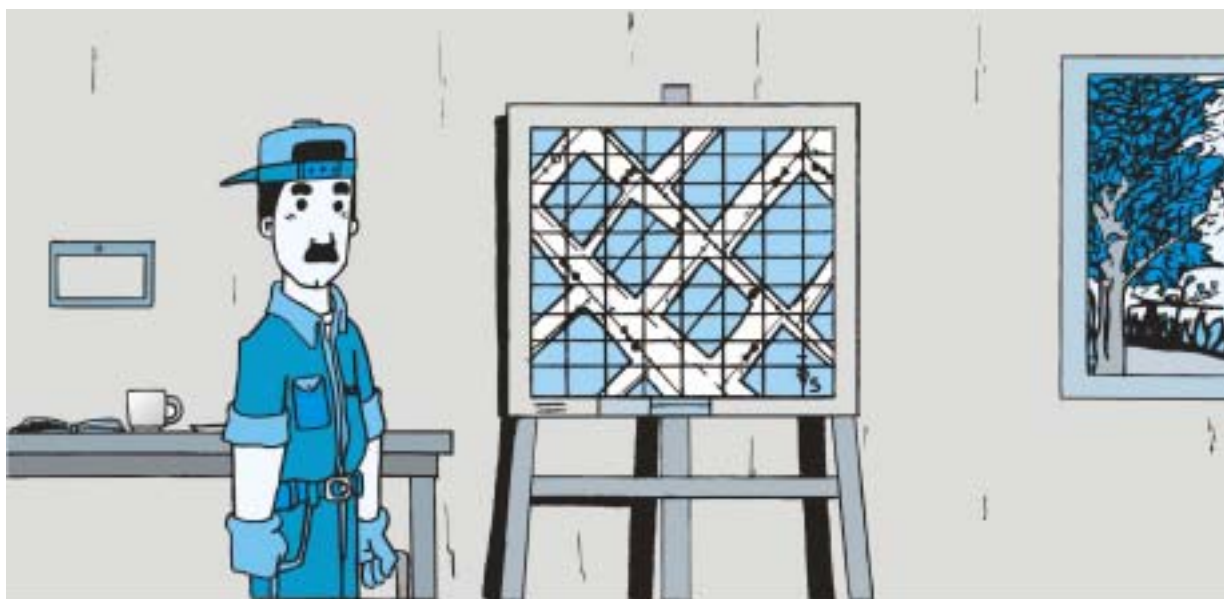
- 5. Revisar periódicamente que las ventosas se encuentren funcionando correctamente, es decir expulsando el aire contenido en las tuberías. La válvula de conexión entre la tubería de conducción y la ventosa debe permanecer siempre abierta.
- 6. Abrir periódicamente las válvulas de purga y drenar los 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).
- 7. Verificar que el chorro en la cámara de quiebre de presión esté sumergido.
- 8. Revisar periódicamente el funcionamiento de las válvulas y lubricarlas.
- 9. Detectar y eliminar conexiones no autorizadas.

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

Tabla 6

Mantenimiento preventivo de las tuberías de aducción y conducción

Frecuencia	Diaria
Actividades	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	1. Tubería, pala, pica, segueta, balde, guantes, pegante, etc. 2. Se realiza en forma manual usando cepillo y aceite lubricante.
Frecuencia	Cada mes
Actividades	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 purga principalmente en las horas de bajo consumo y procurando que el tanque esté con nivel alto. El tiempo que tarde en mantener la purga abierta depende de la cantidad de sedimentos que exista en la aducción y conducción.
Materiales requeridos	1. Tacos, estacas, porra, machete. 2. Se realiza en forma manual usando la cruceta.
Observaciones	1. Dejar registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizadas en las tuberías de aducción 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:

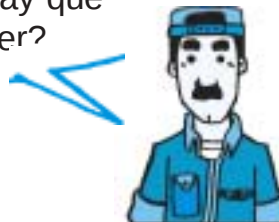
Recuerde siempre actualizar los planos de las tuberías de aducción, conducción y distribución, de acuerdo con las reparaciones y cambios que realice.

4. Para estar seguros de lo que aprendimos

Fernando: Le propongo unas actividades para que refuerce lo que aprendió



Pachito:
Listo...
¿Qué hay que hacer?



Actividad 1

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

Aspecto 1: Zona de ubicación

El terreno en donde se encuentra ubicado el desarenador 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 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 aducción y 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 ventosas y 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?	
¿En qué estado están los viaductos, si los hay?	
¿Se puede transitar libremente a lo largo de las tuberías?	

De acuerdo con lo encontrado en el recorrido, identifique 3 actividades de mantenimiento preventivo y organícelas según la urgencia. Programe el día y hora en que realizará cada actividad.

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 X):

- a. 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 ☐

- b. La aducción transporta agua tratada a presión. La conducción transporta agua cruda a presión o a flujo libre.

Verdadero ☐

Falso ☐

- c. La mejor fuente de agua es la que se ahorra, evitando las pérdidas.

Verdadero ☐

Falso ☐

Ejercicio 2

Señale con una CRUZ (+) en la siguiente lista de actividades, las que son de mantenimiento preventivo de las tuberías de aducción y conducción:

- a. Revisar la estructura del desarenador. _____
- b. Lavar el desarenador con una presión de chorro de mínimo 4 pulgadas. _____
- c. Abrir periódicamente las válvulas de purga y drenar los sedimentos acumulados en el fondo de las tuberías. _____

- d. Detectar fugas, filtraciones y roturas, y 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 aducción y conducción?



¡¡FELICITACIONES, Pacho!! Cómo me alegro que haya aprendido sobre la IMPORTANCIA de las fuentes hídricas y sobre las actividades preventivas y de mantenimiento que debe realizar el fontanero.



Sí Imelda. Ahora podré operar y mantener mejor el acueducto, y le enseñaré a la comunidad lo que aprendí sobre la importancia de cuidar las fuentes de agua.

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

FONTANERÍA **RURAL**

MUNICIPIOS MENORES Y ZONAS RURALES

Módulo

3

**Agua de buena calidad,
a mi casa llegará**

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

Vamos a aprender:

- A desinfectar muy bien los tanques para evitar la contaminación del agua.
- A instalar y reparar las redes de distribución del agua, las acometidas y conexiones domiciliarias.
- A instalar y reparar los medidores.
- A entender que: **para prestar un buen servicio debemos conocer bien nuestro oficio.**

2. Vamos a mejorar nuestro servicio de acueducto



Fernando



Imelda



Pacho

Imelda: Buenas tardes, Pacho. ¿Cómo le va?

Pacho: Bien, Imelda. Y eso, ¿qué la trae por aquí tan temprano?

Imelda: Pacho, 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.

Pacho: ¡Ah, sí! De razón esta mañana cuando me estaba bañando me salió muy poca agua y además vi que estaba amarilla, y hasta olía feo.

Imelda: Pacho, me voy por que debo ir a donde Fernando, el fontanero, para avisarle del daño.

Pacho: Yo la acompaño, Imelda, además miro a ver en qué le puedo ayudar a Fernando.

Pacho e Imelda: Buenos días, Fernando.

Fernando: Buenos días, ¿cómo están? ¡Qué gusto verlos por aquí! ¿Y ese milagro, tan de mañanita?

Imelda: Bueno, Fernando, es que venimos a avisarle que cerca de mi casa se reventó un tubo y está botando mucha agua. Pero lo peor de todo es que el agua se ve sucia y huele a barro.

Fernando: Muchas gracias por avisarme. Ya salgo, pero esperen yo alisto las herramientas y busco mis botas y mi casco, porque por lo que veo este trabajo va para largo. Lo primero que debo hacer es reparar muy bien la tubería e inspeccionar que no haya otros daños. Luego tendré que subir hasta el tanque de almacenamiento porque es probable que por tanto invierno que hemos tenido, esté lleno de lodos y tenga que lavarlo y desinfectarlo.

Pacho e Imelda: Ah bueno, Fernando, nosotros lo acompañamos y por el camino nos va explicando.

3. Lo que debemos saber y poner en práctica

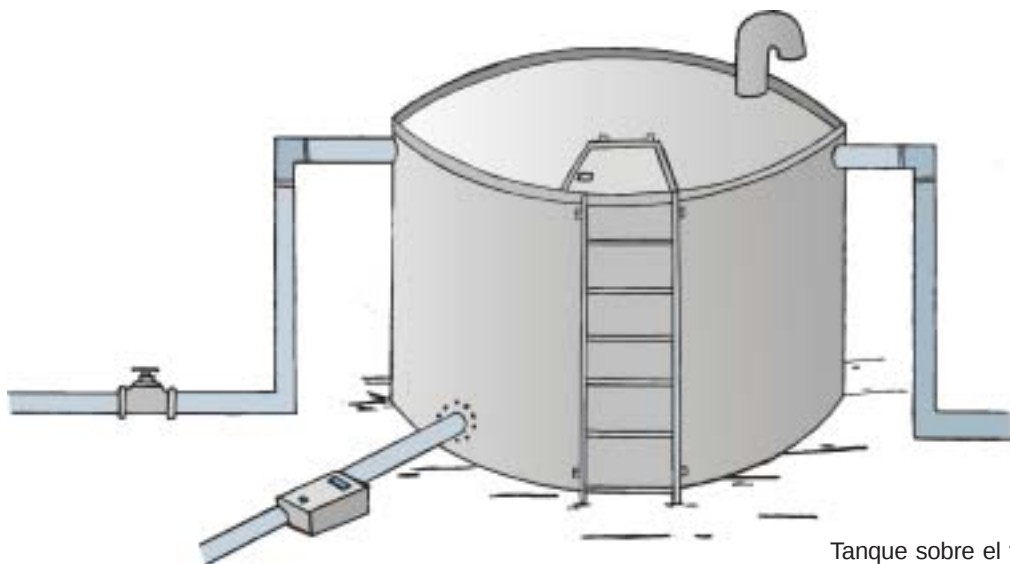
¿Qué son los tanques de almacenamiento?

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 aducción o 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:



Tanque sobre el terreno

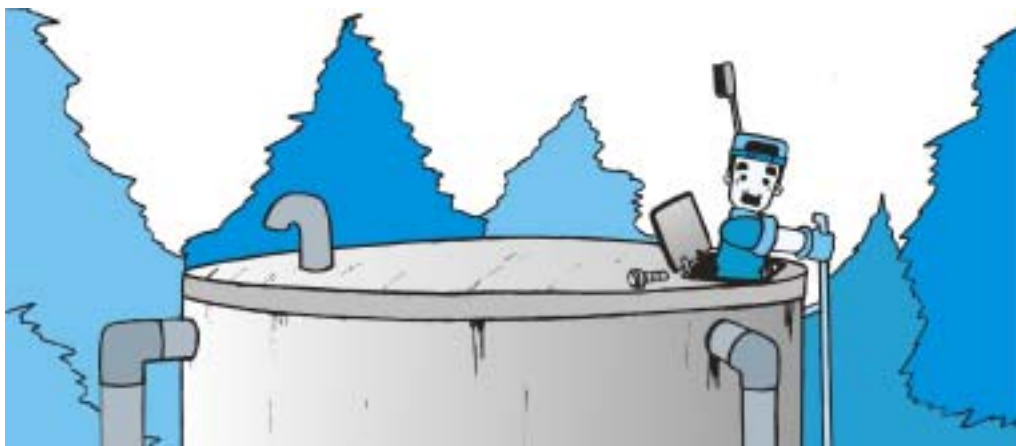
1. Tubería de entrada con su correspondiente válvula de cierre, para suspender o permitir la entrada de agua al tanque, según se requiera; tubería de salida con su correspondiente válvula de control; tubería para lavado del tanque, con válvula de control; tubería de paso directo o *By-Pass*; tubería de 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 rebose 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* (baipas), 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.



¿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. Ayúdese de una manguera a presión conectada a la entrada del tanque o de un balde 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 purga, ventosas o hidrantes existentes.



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	1. Revise que las tapas de las cámaras de 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, arena, cemento.
Frecuencia	Cada dos semanas
Actividades	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, balde, botas, llaves.
Frecuencia	Cada mes
Actividades	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	1. Pinte las escaleras de acceso al tanque. 2. Retoque, resane y pinte el tanque externamente.
Materiales requeridos	Pintura anticorrosiva, brocha, balde.
Frecuencia	Cada 2 años
Actividades	1. Recubra las caras interiores del tanque con mortero epóxico impermeabilizado.
Materiales requeridos	Mortero epóxico, arena, cemento.
Observaciones	1. Dejar registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizadas en el tanque. 2. Informar al administrador del acueducto 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. 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 grata 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).
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. Si el cloro residual resulta inferior a 0,4 mg/L repetir la operación pero con la mitad del cloro utilizado en el paso número 1.

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 canecas de 50 libras ó 25 kilos, en una con-

centración del 70% como cloro. De todas maneras, es importante tener siempre presente la concentración del cloro en el hipoclorito y ésta viene marcada en el envase.

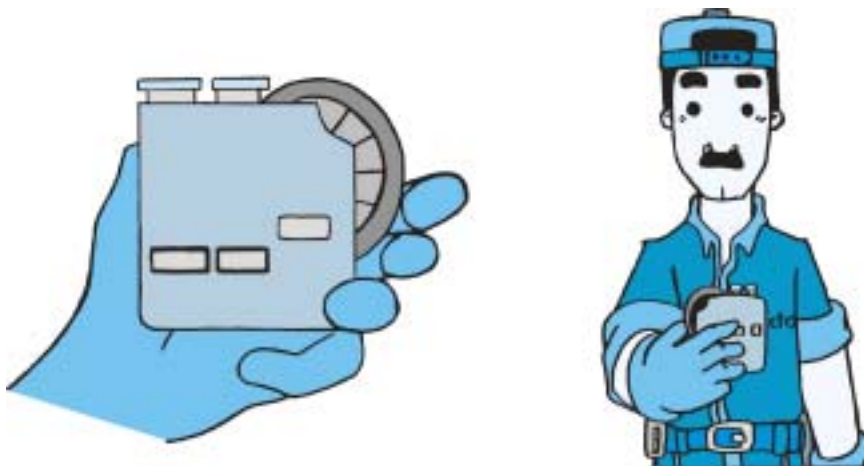
Ejemplo: ¿Cuánto hipoclorito de calcio con concentración del 70% como cloro se necesita para desinfectar un tanque de 100 m³ de capacidad?

Respuesta: Las Normas Técnicas establecen que 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 ir diluyendo con la ayuda de un balde en la medida en que se va llenando el tanque.

¿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, llamada DPD, la cual, cuando se aplica al agua que tiene cloro, hace que ésta tome un color rosado. 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 domiciliarias:



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 una pastilla de DPD; el agua tomará una tonalidad rosada, agite, tape y ajuste. Espere unos segundos a que se disuelva la pastilla.
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 la planta.

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.

Red de distribución

¿Qué es la red de distribución?

La red de distribución es una instalación lineal abierta, o cerrada en forma de malla, conformada por tubos y accesorios conectados en forma continua de diferentes diámetros, que conducen el agua a lo largo de las calles y carreras 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.

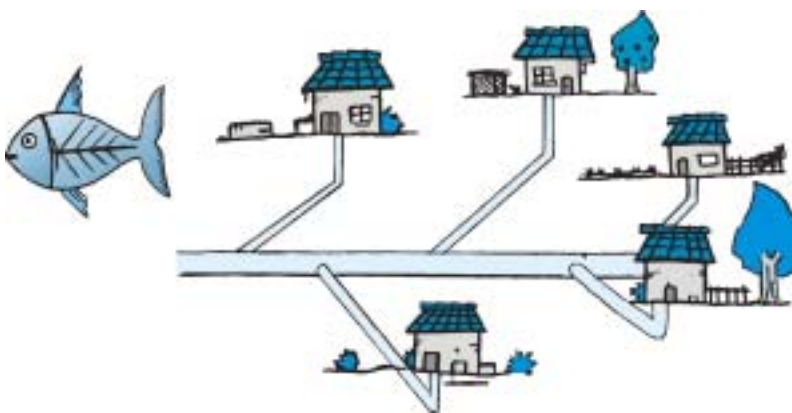
Integrados a la red de distribución se encuentran los hidrantes, las válvulas de limpieza en los puntos bajos llamadas válvulas de purga y las válvulas de cierre, que permiten aislar tramos de la red durante labores de reparación o cuando se necesita regular el servicio.

Las redes de distribución pueden estar conformadas por una red matriz o principal y por redes secundarias. La red matriz distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de compensación 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 o veredas 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.

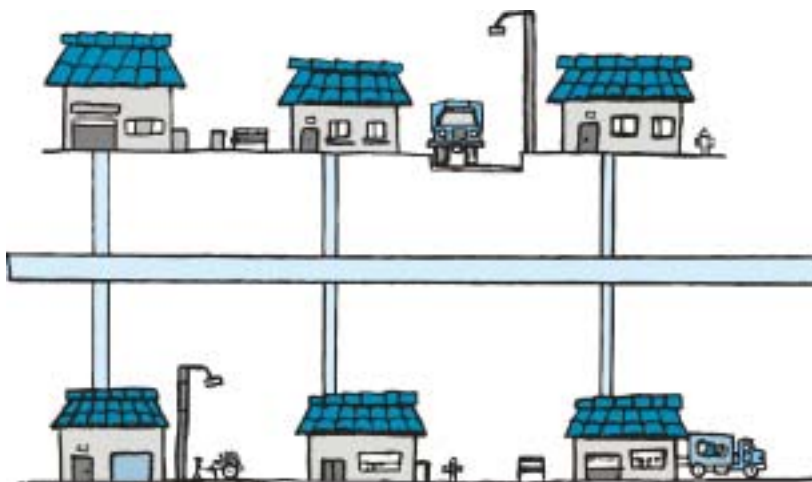
Existen dos tipos básicos de redes de distribución:

1. **Ramificada:** es la red que está conformada por una tubería principal y una serie de ramificaciones que terminan en puntos ciegos o pequeñas mallas. Se conoce también como configuración de espina de pescado.

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. **Mallada:** 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 m de longitud, diámetros de 2 a 28 pulgadas. Viene clasificada en 5 clases, de acuerdo con la presión de trabajo, así:		
	Clase	Color de banda	Presión de trabajo (Kg/cm²)
	10	Azul	5.0
	15	Naranja	7.5
	20	Rojo	10.0
	25	Verde	12.8
30	Negro	15.0	
Características	1. Liviana y fácil de instalar. 2. Es frágil, necesita manejo cuidadoso. 3. Superficie interior lisa. 4. Fácil de cortar, taladrar y torneear. 5. Inmune a la corrosión galvánica, incrustación y oxidación. 6. No se recomienda en suelos ácidos, a menos que se aplique recubrimiento bituminoso exteriormente, para evitar el acartonamiento con el tiempo.		
Instalación	Uniones Etermatic o Gibault. Esta última es más práctica para las reparaciones.		

Material	Hierro acerado (HA)
Presentación	Tramos de 6 a 12 m de longitud, diámetros de 6 a 24 pulgadas.
Características	1. Gran resistencia mecánica. 2. Soporta grandes deformaciones antes de romperse. 3. Tolerancia fuertes presiones. 4. Se usa para transportar enormes caudales a altas presiones. 5. No se usa en redes de distribución. 6. Se oxida fácilmente, requiere revestimiento interno y externo apropiado.
Instalación	1. Unión espigo y campana. 2. Brida roscada. 3. Espigo doble para soldar a tope. 4. Unión Dresser o unión roscada.

Material	Hierro dúctil (HD)
Presentación	Tramos de 6 m de longitud, diámetros de 4 a 6 pulgadas.

Material	Hierro dúctil (HD)
Características	- Es una tubería de hierro dúctil con revestimiento interior y externo en Zinc. - Alta resistencia a presión interior. - Buen comportamiento en condición de enterrado. - Aptitud de corte y perforación con herramientas simples. - Resistencia a choques por manipulación e instalación. - Fácil transporte.
Instalación	Unión universal, manual conjunta-espigo campana susceptible de instalación superficial sin adaptación especial.

Material	Hierro fundido (HF)
Presentación	Tramos de 6 m de longitud, diámetros de 3 a 36 pulgadas.
Características	- Tubería frágil. - Poca resistencia a los golpes. - No se puede soldar en sitio. - Sensible a corrosión por suelos ácidos e incrustaciones con aguas alcalinas. - Cuando está protegida internamente tiene muy buena duración.
Instalación	Unión espigo campana, con plomo o mediante bridas o flanges a tuberías de extremos lisos.

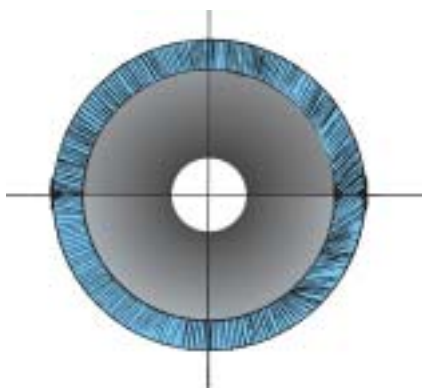
Material	Polivinilo de cloruro (PVC)
Presentación	Tramos de 6 m de longitud, diámetros de ½ a 12 pulgadas. Diámetros mayores bajo pedido.
Características	- Tubería liviana. - Fácil de instalar. - Inerte a corrosión química. - Superficie interior lisa, bajas pérdidas. - Los rayos ultravioleta la degradan y pierde resistencia, debe estar protegida contra la radiación solar. - Alta resistencia a la tensión y al impacto.
Instalación	Unión mecánica espigo-campana, con empaque de caucho. 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	Poliétileno de alta densidad (PEAD)
Presentación	Rollos de 100 m y 2 ½ y 3 pulgadas. Distintivo azul para uso de acueducto.
Características	- Excelente resistencia a la corrosión. - Muy flexible, se acomoda al terreno, puede curvarse horizontal y verticalmente sin necesidad de codos. - Ideal para la zona rural siempre y cuando sea para acueducto. La tubería de riego no sirve. - Liviana y de fácil manejo. - Cuando el ensamble de la tubería se hace fuera de la zanja, se necesitan menos excavaciones que cuando se instalan tuberías de otros materiales. - Las redes de tuberías de polietileno tienen muy buenas condiciones hidráulicas, pocas uniones que produzcan fugas y menores riesgos de desempates con los asentamientos del terreno. - Para su instalación, requiere equipo especial para soldar con calor. - El material se aprovecha mejor, porque como viene en rollos se puede cortar a la longitud que se necesite, eliminando los desperdicios.
Instalación	Termofusión a tope, es la más usada.

Material	Polietileno de alta densidad (PEAD)
	2. Termofusión a socket.
	3. Electrofusión.
	4. Unión mecánica espigo-campana.

Material	Tubería de cobre (cu)
Presentación	1. Se fabrica en diámetros de 3/8 hasta 2 pulgadas. 2. Se presenta en dos tipos, flexible y rígida. 3. El tipo M es el que se usa para instalaciones de agua fría y caliente. 4. En 3/8 y 1/2 pulgada se usa en acometidas e instalaciones internas de acueducto.
Características	1. Resistente a la oxidación y a las incrustaciones. 2. Superficie interior muy lisa, pocas pérdidas por rozamiento. 3. Alta resistencia a la presión interna y externa. 4. Puede ser flexible o rígida, según el tipo de aleación. 5. Alto costo, por eso se usa poco.
Instalación	Se puede empalmar abocinando los extremos y utilizando acople en bronce. Para tubería rígida vienen accesorios de campana que se empalman con soldadura de estaño.

Material	Plástico flexible (PF+UAD)
Presentación	Diámetros de 1/2 y 3/4 de pulgada. Rollos de 90 metros. Distintivo azul para uso de Acueducto.
Características	1. En Colombia viene reemplazando a las tuberías de cobre en las acometidas domiciliarias. 2. Es fabricada en PEAD. 3. Resiste presiones internas altas. 4. Resiste a la corrosión interna y externa. 5. Puede curvarse sin que se rompa. 6. Es liviana, de fácil transporte, almacenamiento e instalación. 7. Resiste cargas externas altas. 8. Se degrada con la luz solar. 9. No confundirla con la de uso para riego.



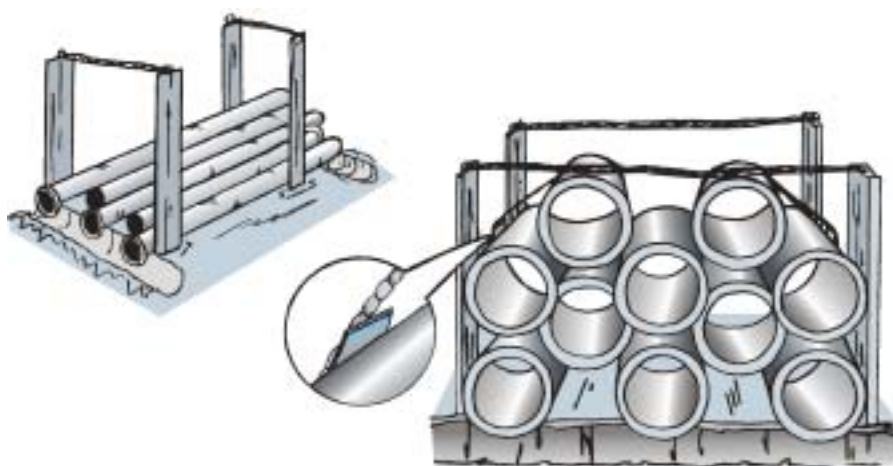
Las tuberías de plástico, como el PVC y el PEAD son muy resistentes a la corrosión proveniente de suelos ácidos. Las de polietileno (PEAD) son además flexibles y de fácil instalación en terrenos ondulados; por eso se recomienda su uso. No se debe confundir las tuberías de polietileno (PEAD) con las utilizadas en riego agrícola porque éstas son de baja presión y no apropiadas para ser instaladas en las redes de acueducto.

¿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	1. En camiones de por lo menos 6 m de longitud. 2. Colocada en forma horizontal, en arrumes 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	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 arrumes: 1.5 m. 5. Amarrar los arrumes entre 4 paraleles, para evitar que se deslicen. 6. No deben estar a la intemperie.



	Tubería de polietileno (PEAD)
Transporte	Es fácil porque la tubería es liviana.
Almacenamiento	Protegida de la intemperie.
	Tubería de plástico flexible (PF+UAD)
Transporte	Su presentación en rollos de 90 metros permite versatilidad en el transporte.
Almacenamiento	Protegida de la intemperie.
	Tubería de asbesto cemento (AC)
Transporte	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	1. Conviene que el piso esté nivelado. 2. Se pueden sobreponer, siempre y cuando los arrumes no sean altos. 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. Para diámetros superiores o iguales a 6 pulgadas, se utilizan accesorios en hierro dúctil (HD).



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.

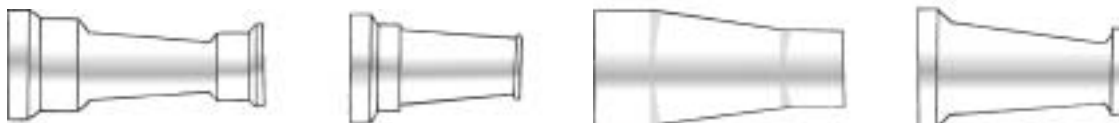
¿Cuáles son los accesorios que se utilizan en las redes de acueductos?

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. En el cuadro siguiente se presentan las clases de uniones que hay, según el material de las tuberías:

Unión	Componentes	Tubería
Etermatic o triple para instalar y reparar	1 manguito de AC 2 anillos de caucho 3 topes o separadores de caucho	AC
Gibault para reparar	2 bridas de hierro fundido 3 ó más tornillos, según el diámetro del tubo 2 anillos o empaques de caucho 1 collar central de HF	AC
Mecánica PVC	1 niple 2 campanas, una alargada Anillos de caucho, según unión	PVC
PVC soldada	1 manguito cilíndrico	PVC
Campana y espigo	Plomo o tegul y estopa	HF
De bordes lisos soldados eléctricamente	Soldadura eléctrica	HA
Dresser	1 anillo central 2 anillos exteriores	HF y HA
Flange (flanचे)	2 anillos o empaques de caucho Pernos o tornillos con tuercas de acero de alta resistencia	HA y HD
Cinturón de cierre	Niple Acero Soldadura	American Pipe
Manguito cerrado	1 manguito campana x campana, plomo o tegul y estopa	HF, HD y AC
Manguito abierto	1 manguito campana x campana en dos secciones, plomo o tegul, estopa, tornillos, tuercas y empaque	HF, HD y AC

Reducción: 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:

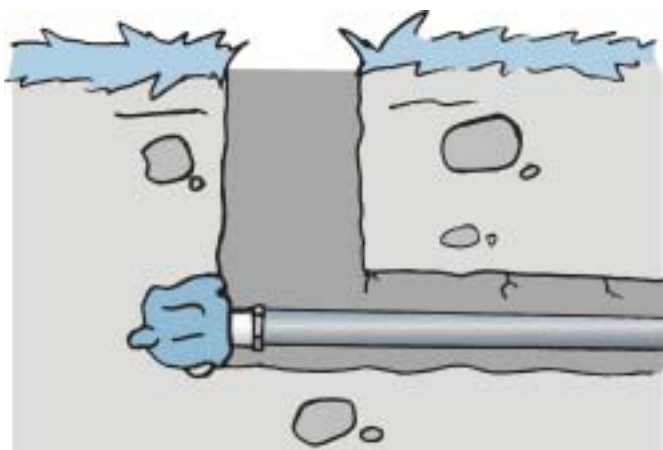
- 1. Tapones machos:** son roscados. Cierran la boca o campana de un accesorio o el extremo de una tubería, la cual también debe ser roscada (niple).
- 2. Tapones hembra:** son lisos. Cierran el extremo de un espigo.



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

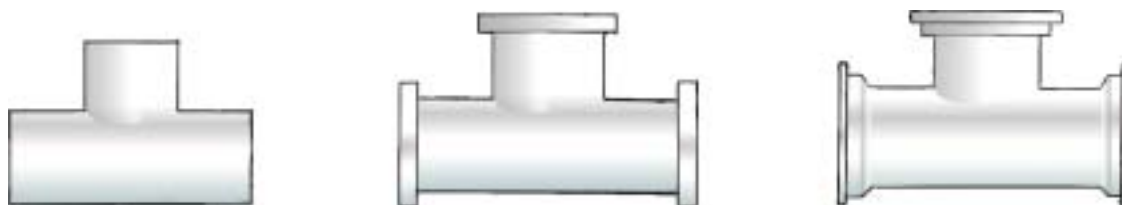


Para obtener mayor resistencia a las presiones de la red, se deben instalar, si los hay disponibles por el fabricante del tubo, tapones roscados. De lo contrario, siempre que se instale un tapón y para evitar que la presión del agua lo desaloje, debe construirse un anclaje en concreto o ladrillo pegado,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

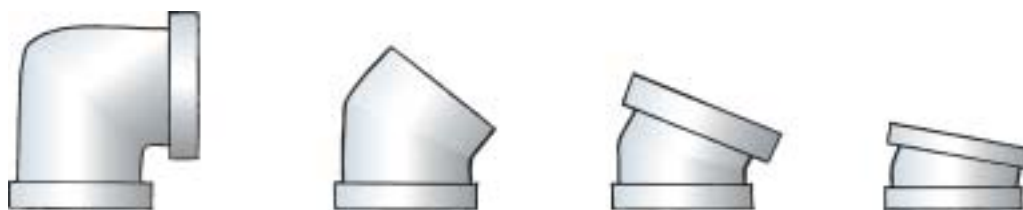


Tees: sirven para unir entre sí tres tramos de tubería que se cortan formando dos ángulos rectos. Su objetivo principal es el de efectuar derivaciones en las redes del acueducto, dependiendo de su trazado. Se consiguen en diferentes diámetros y materiales.

Hay 3 tipos de tees: con campana, con bridas y con extremos lisos. 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°, 22½°, 11¼°. Son de radio corto o de radio largo y sus extremos vienen con campana y espigo, doble campana, extremo liso, con brida o roscados.



Con la tubería de AC o PVC, se utilizan codos de HD y 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:

- Asentamiento o desplazamiento del terreno donde están cimentadas.
- Desalojo por raíces de árboles, que finalmente hacen que se parta la tubería.
- Fracturas por expansión o contracción de los suelos.
- 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 cimentadas a una buena profundidad.
- Estallido de tuberías por exceso de presión, cambios bruscos de la misma y golpe de ariete.
- Mala calidad o fatiga de los materiales.
- Acartonamiento en tuberías de AC.
- Temblores o movimientos sísmicos.
- Daños por vandalismo.

¿Cómo se reparan los daños?

Se reparan según el tipo de daño y el material de la tubería y accesorios averiados. 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:

1. Si es necesario suspender el servicio, informar a los usuarios afectados.
2. 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.
3. Todo daño reportado debe ser reparado en el menor tiempo posible.
4. Se deben aislar y señalizar los sitios de trabajo, especialmente cuando las reparaciones se hacen en la calle.

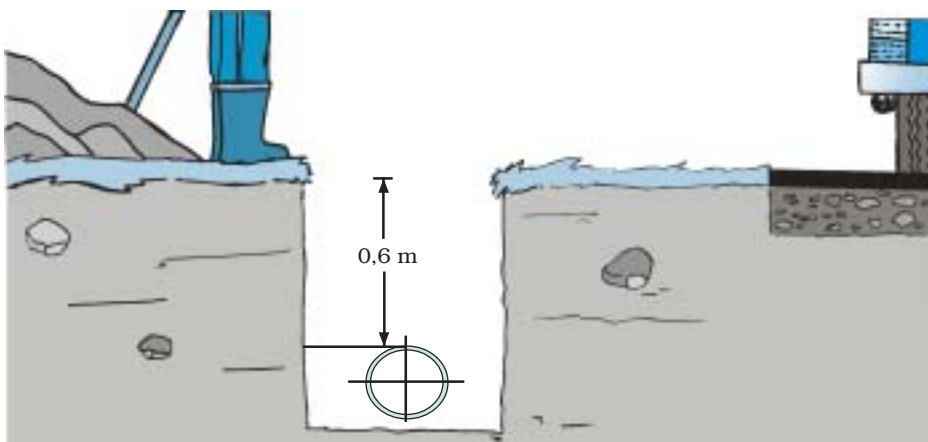
5. Dejar constancia escrita de la reparación en el formato que se presenta en el anexo.

¿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 los andenes de las vías públicas, en caminos peatonales, en caminos de herradura o en zonas de recreación, debe ser por lo menos 0,6 metros, medidos desde la superficie del terreno, hasta el lomo de la tubería.



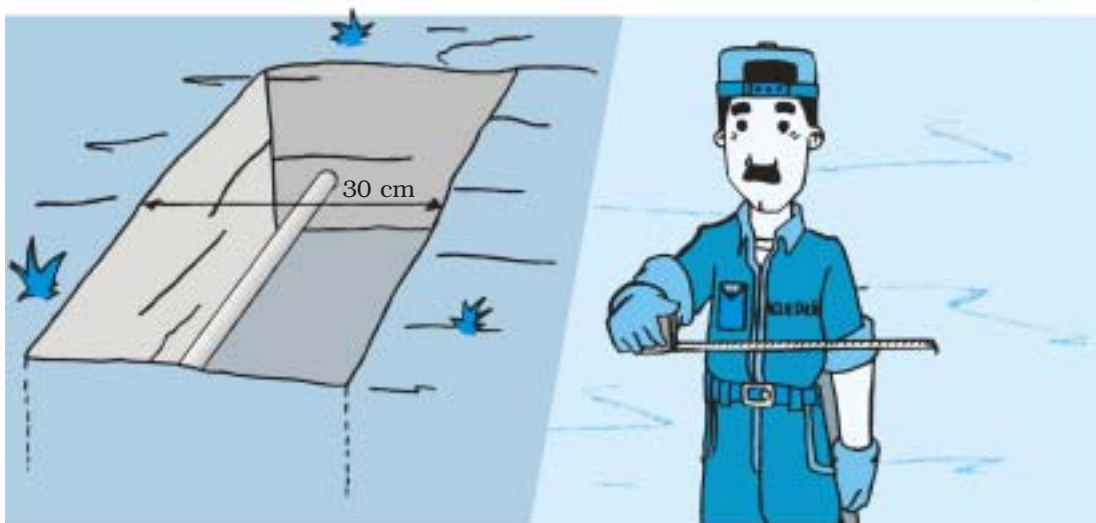
En áreas de cultivo, cruces con carreteras o vías de tráfico pesado, la profundidad mínima debe ser de 1,20 metros.

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 30 centímetros adicionales al diámetro exterior de la tubería. Es decir, si el tubo es de 4 pulgadas de diámetro, el ancho mínimo será de 42 centímetros. 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.

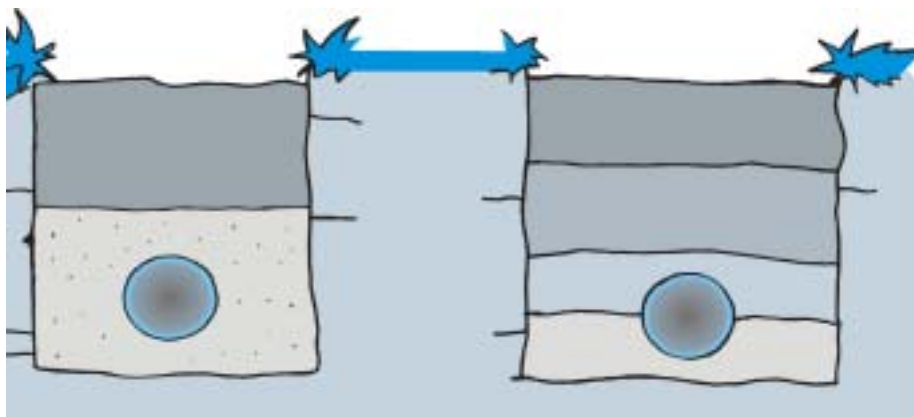
Tan pronto haya realizado la verificación de la instalación de la tubería, para protegerla, debe comenzarse a rellenar la zanja. El relleno no se debe hacer con piedras o rocas porque pueden deteriorar la tubería.



Tipos de relleno para tipos de 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.

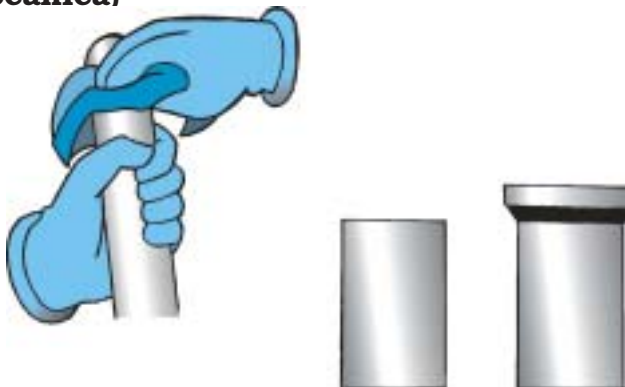


Recuerde que las tuberías rotas o en mal estado pueden permitir el ingreso de agentes contaminantes a la red. Para evitar esto, repare lo más pronto posible los daños de las tuberías o accesorios que produzcan fugas. Si no tiene a mano los materiales, busque apoyo en la entidad prestadora del servicio de acueducto en la cabecera municipal o en la comunidad.

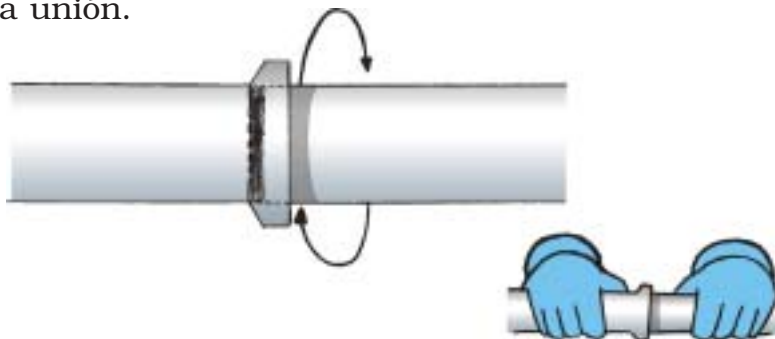
Ensamble y reparación de tuberías

Tuberías PVC (unión mecánica)

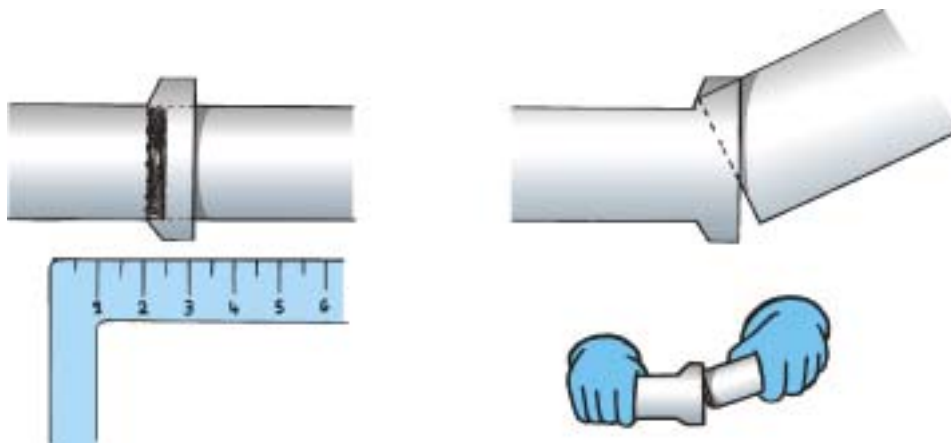
- Limpie cuidadosamente el interior de la campana así como el espigo antes de unir.



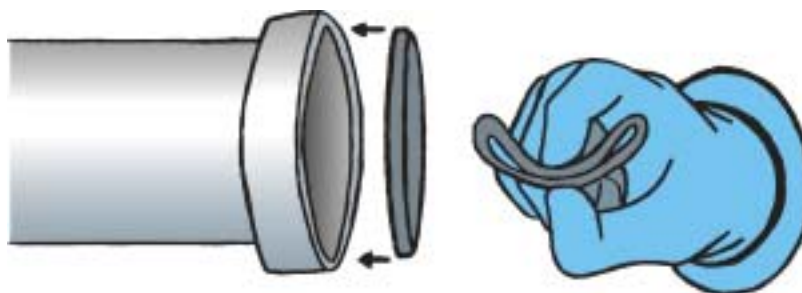
- Lubrique de manera pareja la mitad de la longitud del espigo. Mueva el espigo de tal forma que apenas penetre en la boca de la unión.



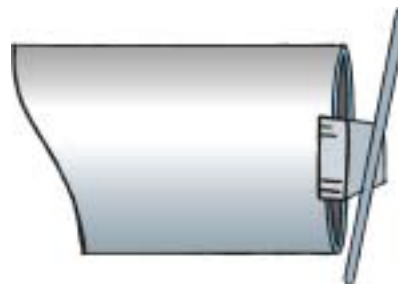
- Asegúrese de que las tuberías estén alineadas. Nunca trate de introducir el espigo en ángulo.



- 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.



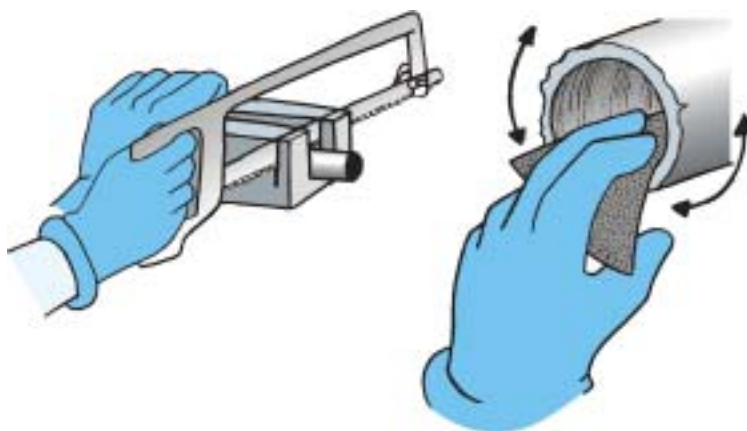
- Cuando la tubería es menor de 4 pulgadas, para facilitar la unión, gire el tubo una vuelta. Para diámetros superiores, se puede utilizar adicionalmente una barra, a manera de palanca, apoyándola sobre un trozo de madera para presionar la tubería desde el otro extremo.
- No aplique lubricantes al anillo de caucho.



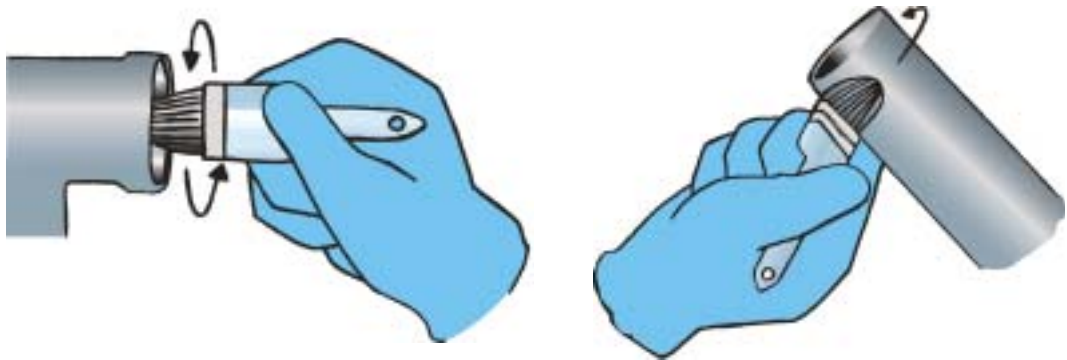
No use jabón, manteca u otra sustancia diferente del lubricante indicado para lubricar el espigo.

Tuberías PVC presión (unión soldada)

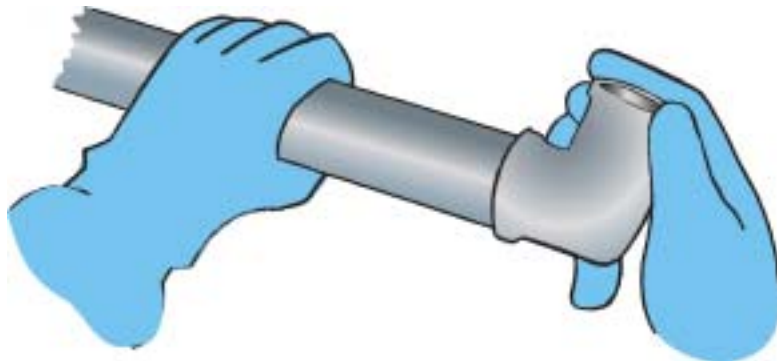
- Corte el tubo con una segueta y asegúrese de que éste quede a escuadra, es decir el corte debe ser parejo en la boca del tubo. Si en el primer intento no lo logra, repita la operación. Quite las marcas de la segueta usando una lima o papel de lija para que la superficie quede bien lisa. Una vez que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



- 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.
- 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.



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



Recomendaciones:

- Nunca utilice empaques de neumático 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.
- Siempre utilice tubería de PVC para agua, nunca utilice tuberías para aguas lluvias, riego, redes eléctricas o cualquier otro uso diferente de acueducto.
- Utilice accesorios para cambios de dirección, nunca caliente la tubería para doblarla y evitar el uso de un codo.
- No haga una unión si la tubería está húmeda.
- No trabaje bajo la lluvia.
- No permita que el agua entre en contacto con la soldadura líquida, ésta solo debe abrirse durante la aplicación a la tubería.
- 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.

¿Cómo se instalan las tuberías de polietileno?

Las tuberías de polietileno de alta o baja densidad para uso en acueducto se pueden unir por termofusión a tope, termofusión a *socket*, electrofusión y unión mecánica.

El método más utilizado es el de termofusión a tope, lo que significa que los dos extremos de la tubería que se van a unir se juntan y se calientan hasta que se funden en una sola pieza.

¿Cómo se realiza la termofusión a tope?

Para realizar este procedimiento deben seguirse las instrucciones del fabricante. Sin embargo, el fontanero debe tener en cuenta los aspectos que se enumeran a continuación porque le ayudarán a obtener mejores resultados en su trabajo de instalación de tuberías de PEAD.

- La pega debe realizarse en un área protegida contra viento, lluvia y polvo.
- No debe permitirse la circulación de aire dentro de las tuberías.
- Ubicar los extremos que se van a unir y limpiarlos, utilizando agua o alcohol (no utilice agua jabonosa ni tiner).

- Colocar la fresadora en medio de los extremos que se van a unir y, después de encenderla, acercar discos extremos a las cuchillas hasta que se forme una viruta de aproximadamente 0.2 milímetros. Cuando esto ocurra, apagar la máquina y retirar el material sobrante, verificando que los extremos queden totalmente planos y lisos.

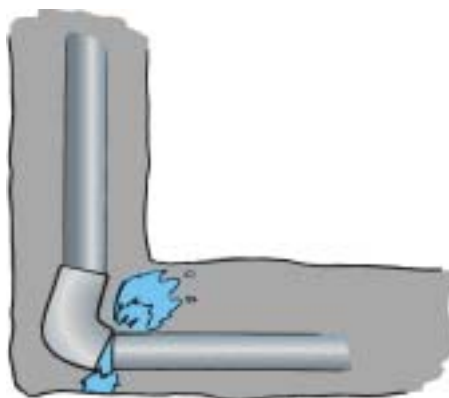
¿Qué recomendaciones deben seguirse cuando se instala tubería de PEAD?

- El radio mínimo de curvatura depende del diámetro del tubo y de si existen o no uniones.
- La tubería no debe torcerse cuando se desenrolla.
- Las tuberías de polietileno pueden estrangularse para realizar cortes de secciones y reparaciones. Tenga en cuenta no realizar dos veces un estrangulamiento sobre la misma sección de tubería.
- Cuando la tubería ha sido unida fuera de la zanja, es aconsejable dejarla enfriar a temperatura ambiente antes de introducirla en la zanja.
- Para abrir la zanja debe seguirse el procedimiento ya descrito en este manual.

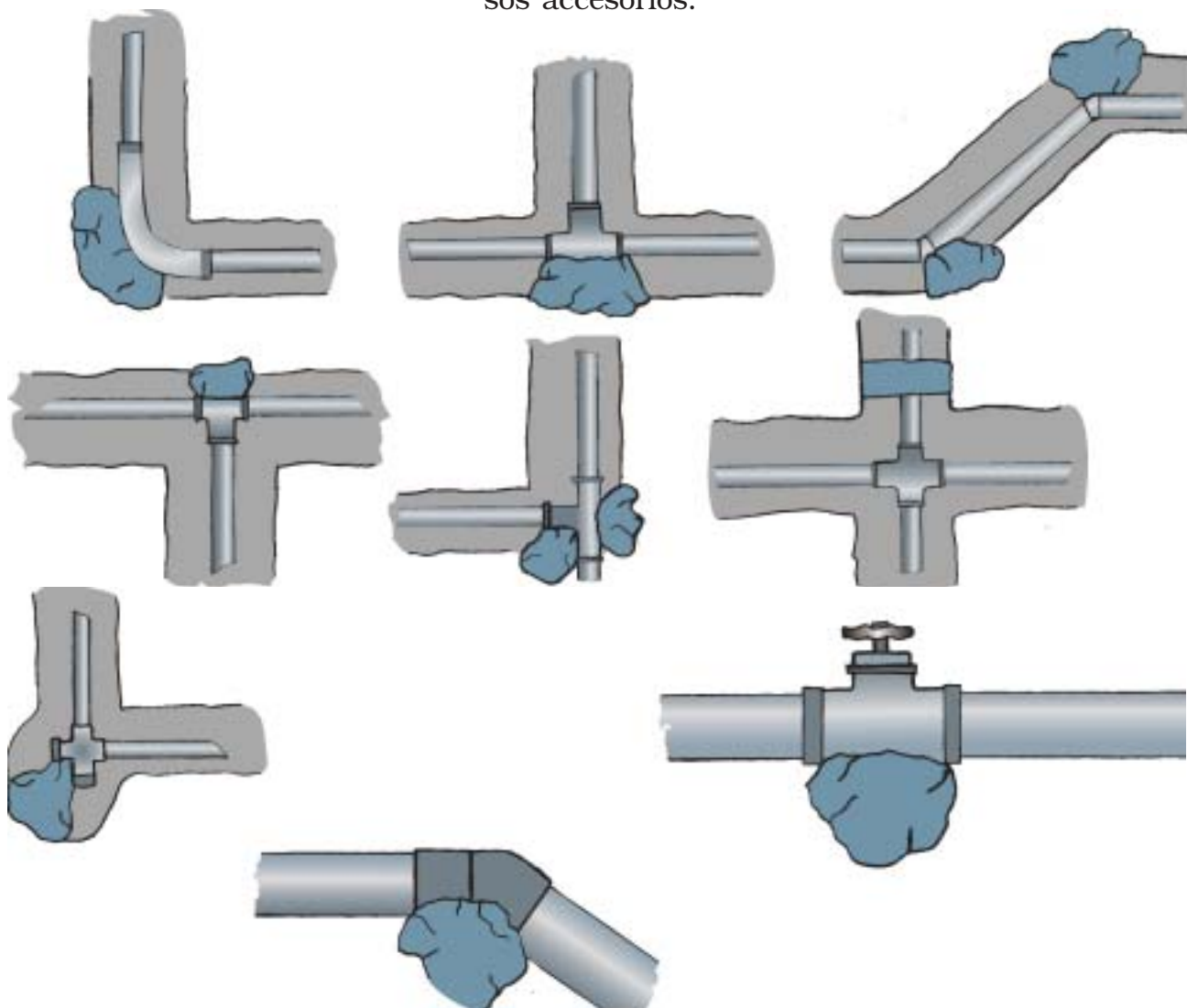
Anclajes

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 desempatar 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 desempate de las tuberías. Este procedimiento se llama anclaje. En la siguiente figura se ilustran los anchajes 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. Tenga en cuenta que el Reglamento Técnico del Sector de Agua potable y Saneamiento Básico (RAS) recomienda que la presión mínima debe ser de 10 metros columna de agua (m.c.a.), en los sitios más altos de la población y no mayor a 60 m.c.a en los sitios más bajos.

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

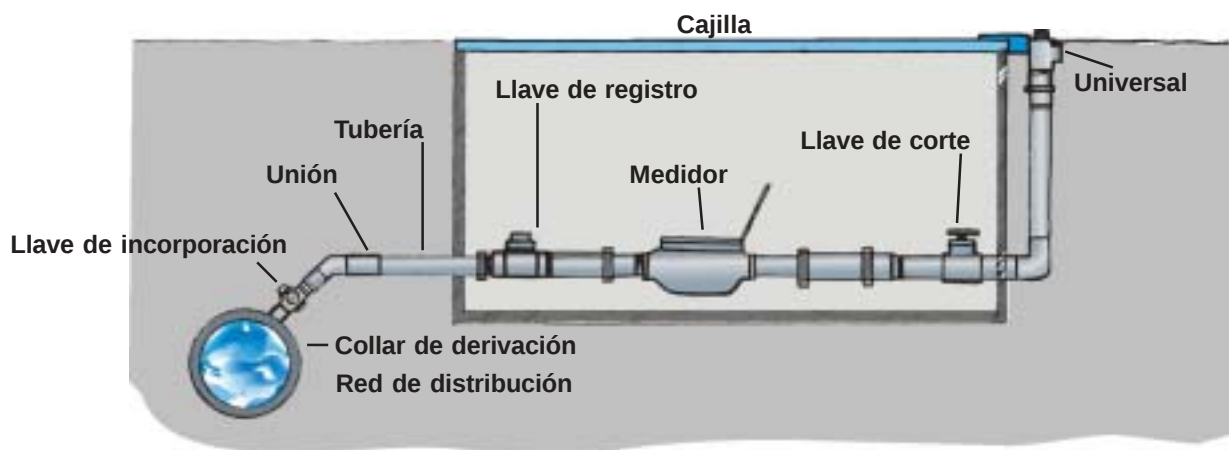
Frecuencia	Trabajo a realizar
Diario	1. Compruebe si existen instalaciones clandestinas, por evidencias o rastros de su ejecución. 2. Revise y repare fugas en todos los tramos para evitar el desperdicio de agua. 3. Instruya a la comunidad para que informe oportunamente los daños o fugas a la oficina de la empresa.
Semanal	1. Verifique si el terreno está cedido 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	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	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 media pulgada (1/2"). No se deben instalar diámetros mayores, a menos que exista alguna justificación técnica de la entidad prestadora del servicio para autorizar su instalación.



Toda acometida domiciliar consta de los siguientes elementos:

1. **Collar de derivación:** 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 $\frac{1}{2}$ pulgada.
2. **Adaptador macho:** es un accesorio con espigo roscado, para conectar con un accesorio hembra, también roscado, del mismo diámetro de la tubería de conexión.
3. **Registro de incorporación:** es una válvula de cilindro de bronce, con rosca en el extremo que entra a la silla o al collar y en el otro extremo para roscar el acople. Se utiliza para conexión en tuberías que se encuentran a presión y debe ser instalado para perforar la tubería con herramienta especializada.
4. **Tubería domiciliar:** el material de la tubería que se emplea para esta instalación es un plástico flexible y más resistente que las tuberías de PVC tradicionales, conocido como tubería PF+UAD, generalmente de $\frac{1}{2}$ pulgada. Debe medirse la longitud requerida y agregar 50 cm más, para efectos de instalación.
5. **Registro de corte:** es una válvula de cilindro en bronce, que se instala antes del medidor. Su función es la de permitir la suspensión del servicio de agua.
6. **Racor:** es de bronce y se utiliza para unir el registro de corte con el medidor. Tiene una rosca externa en su extremo y en el otro una pestaña que se utiliza para retener la tuerca y al mismo tiempo sostener el empaque *coupling*.

7. **Empaque *coupling*:** consiste en un anillo de caucho que sella la unión entre el medidor y el racor.
8. **Tuerca:** es de bronce, con rosca interna y une el racor con el medidor.
9. **Medidor:** aparato de medida de consumo de agua del usuario.
10. **Cajilla:** es la caja dentro de la cual se colocan el medidor, el registro de corte y el registro de rueda. Tiene una tapa abisagrada de hierro forjado que puede abrirse para leer el medidor y dar mantenimiento a los elementos de la acometida.
11. **Tee:** es de hierro galvanizado y es el punto donde termina la acometida y comienza la instalación interna del usuario.
12. **Tapón:** cierra una de las salidas de la tee anterior. Debe quedar a la vista y su función principal es la de verificar la presión de servicio, antes de atender un reclamo por falta de agua o baja de presión. También sirve para sondear la instalación interna cuando se presentan taponamientos.
13. **Válvula controladora de consumo:** se instala en lugar del medidor, especialmente en acueductos veredales donde la comunidad acuerda darle al agua un uso exclusivo para consumo doméstico, evitando que sea desperdiciada en otros fines como, por ejemplo, el riego. Estos aparatos vienen diseñados para descargar en forma continua a un tanque de almacenamiento domiciliario el agua necesaria para las actividades domésticas, de allí reparte a los puntos internos de consumo y lo que sobra lo rebosa a la alberca de la vivienda. Generalmente vienen graduadas para descargar 800 litros cada 24 horas, suficientes para las necesidades de una familia de 5 personas.



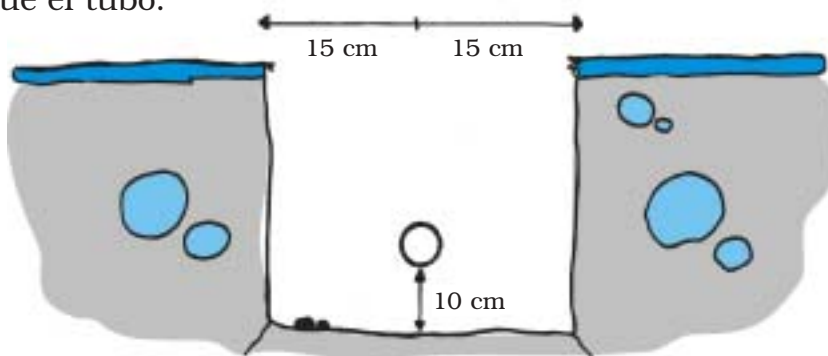
Medidor

¿Cómo se instalan las acometidas domiciliarias?

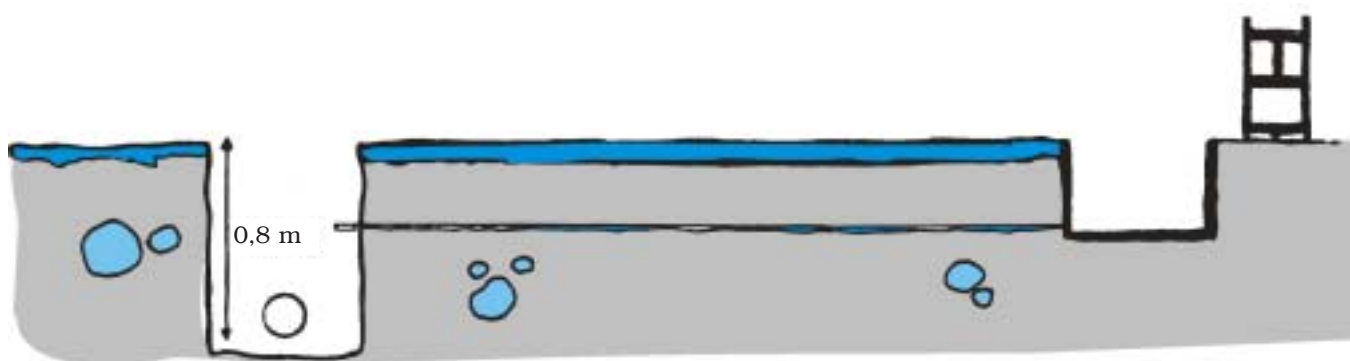
1. Localice en el plano de la red de distribución la vivienda a la cual se le va a realizar la conexión y seleccione la tubería desde donde va a iniciar la conexión.



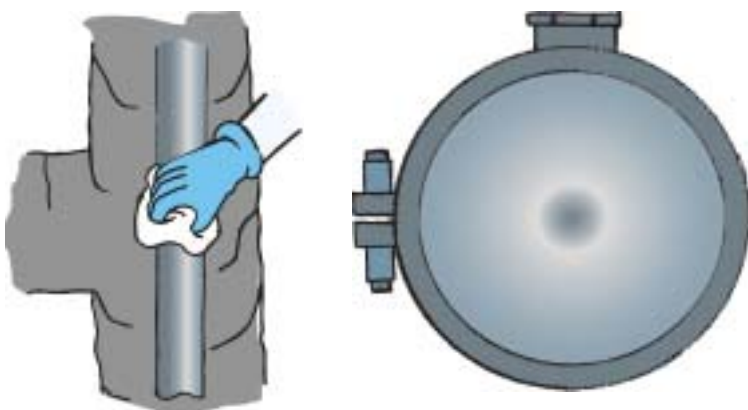
2. Localice la tubería en el terreno y haga una excavación lo suficientemente amplia alrededor del tubo: 10 centímetros por debajo del fondo y mínimo 15 centímetros a cada lado del tubo. En total, el ancho de la zanja debe ser de 30 centímetros más de diámetro del tubo y la profundidad debe ir 10 centímetros más abajo que el tubo.



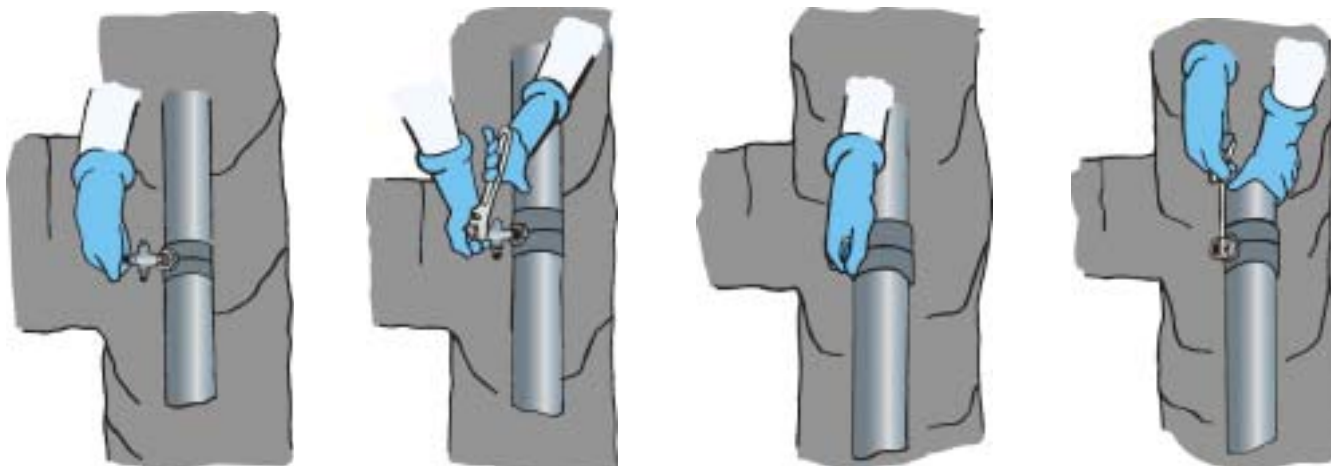
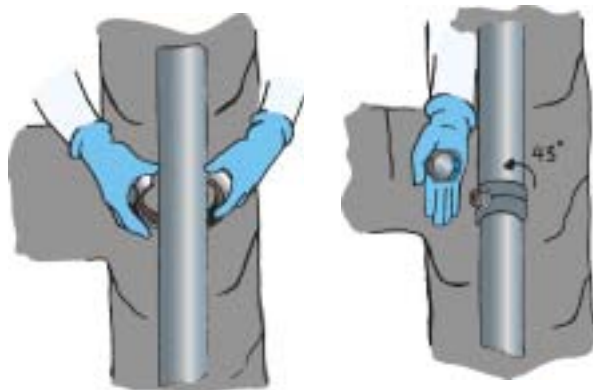
3. Si la acometida debe cruzar por vía pavimentada y la red se encuentra a una profundidad mínima de 0,8 metros, se deben hacer dos excavaciones enfrentadas; desde la excavación más cercana a la tubería de distribución se pasa la sonda hacia la excavación de la vivienda, pasando por la sub-base del pavimento. 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, quite la tuerca y el buje del collar.
5. Instale la cincha del collar en el tubo sin golpearlo, gírelo suavemente sin forzarlo y ubíquelo en un ángulo de aproximadamente 45° , hacia donde va a quedar la caja del medidor.

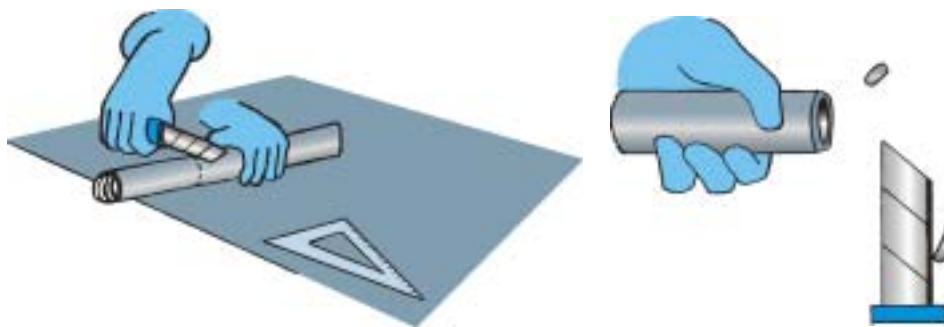
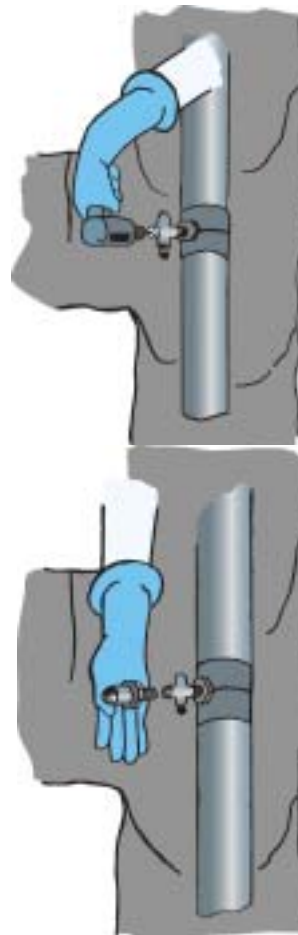


6. Ajuste el buje del collar, acomodándolo con las guías que éste trae; coloque cinta teflón y gire la tuerca para ajustar el buje con la mano hasta que esté bien apretado. Ajústelo con una llave cuidando de no reventarlo.
7. Instale el registro de incorporación en el collar de derivación con cinta de teflón. Antes afloje la tuerca para que abra y cierre fácilmente. Con la llave N° 12 ajuste suavemente el registro.



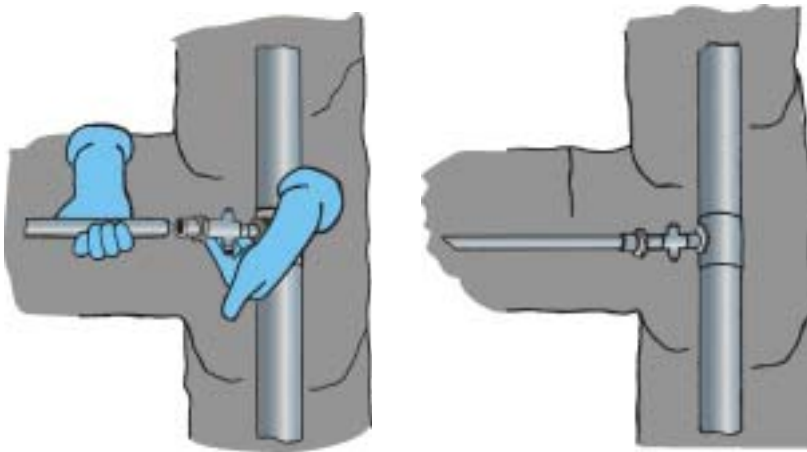
Nunca perfore la tubería con puntillas, destornillador, taladro, chuzos o varillas calientes.

8. En el registro de incorporación enrosque la máquina al tubo para perforar el orificio; esta máquina debe tener broca para metal. Perfore con cuidado evitando que ingresen a la tubería residuos de la perforación. Una vez perforado el tubo cierre el registro, retire la máquina y verifique que el tubo esté bien perforado. De lo contrario repita el procedimiento.
9. Instale sobre el registro un adaptador macho PF+UAD con cinta teflón, ajustándolo suavemente con la llave para tubo N° 12.
10. Revise que la tubería no tenga cortaduras o que no esté deteriorada por el manejo, almacenamiento o transporte.
11. Corte el tubo a escuadra, es decir sin torcer el corte usando una cuchilla bien afilada. Verifique que el corte en ambos extremos de la tubería sea parejo y a escuadra. Limpie bien los extremos de los tubos una vez cortados. Con la misma cuchilla hágale al tubo un bisel para evitar que se lleve el empaque o lo muerda.



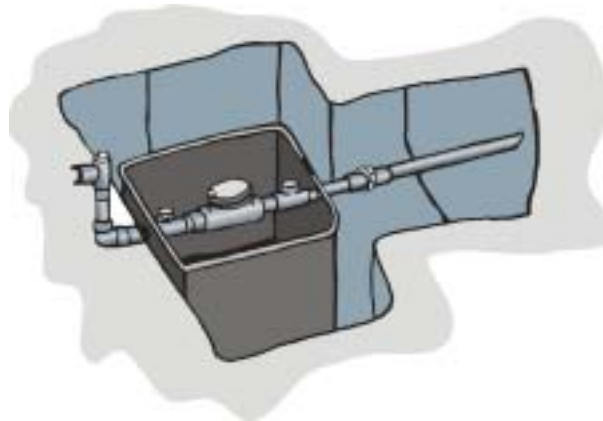
12. Afloje la tuerca del adaptador, para que la tubería entre hasta el fondo. Ajuste fuertemente la tuerca con la mano (no use llaves).
13. Extienda el tubo de polietileno para acometida de acueducto hasta la cajilla del medidor.

14. Ajuste el tubo en el adaptador macho, apretándolo con la mano. Cierre el registro de rueda o de bola y abra el registro de incorporación. Verifique que no haya fugas en las conexiones. Si no hay fugas, abra el registro, deje salir un poco de agua para purgar y lavar la tubería. Cierre el registro y tape la tubería con tierra fina, compactando manualmente hasta por lo menos 30 centímetros por encima de la tubería; el resto a compactar hágalo con el procedimiento normal.



Recuerde usar siempre cinta teflón para ajustar los accesorios donde lo requiera.

15. Arme el medidor dentro de la cajilla. Éste debe tener registro de corte con adaptador macho, registro de rueda o bola, adaptador macho, alargador y subidor, adaptador macho y tee de prueba.



Reparación de las conexiones domiciliarias

Para la reparación de la tubería de polietileno para acometidas de acueducto se emplean uniones y adaptadores de plástico. La reparación con adaptadores de plástico resulta muy fácil debido a la flexibilidad del

material. A continuación se explica cómo se cambia un tramo de tubería deteriorada de la conexión domiciliaria.

1. Una vez identificado el daño y descubierta la tubería, suspenda el servicio desde el registro de incorporación instalado cerca del collarín o de la válvula de control más cercana a la vivienda.
2. Corte el tramo de la tubería de polietileno para acueducto a cambiar, como se indicó anteriormente. También aproveche para cortar el tramo de tubería nueva que se va a instalar.
3. Coloque en cada extremo una unión de PVC y luego introduzca los dos extremos de la tubería; ajuste nuevamente los acoples de la unión. Abra el registro de incorporación de la acometida para comprobar que no haya fugas. Si no las hay, tape la tubería como se indicó anteriormente.

Si la reparación que va a realizar es de toda la conexión domiciliaria, debe ubicar los registros de incorporación y de corte en cada extremo. Afloje, suelte el tubo y sustitúyalo por el nuevo; ajuste nuevamente.

Cuando se vaya a reparar una conexión domiciliaria muy vieja, en lo posible trate de cambiarla completamente de la manera y con los materiales que se han indicado.

Nunca repare una fuga envolviendo la tubería con caucho de neumático de llantas de vehículos o bicicletas.

Reparación del collar de derivación

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

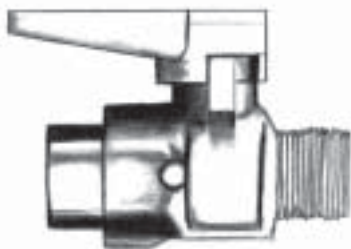
1. Localice la fuga y cierre las válvulas para aislar el tramo donde va a trabajar. Ajuste el collar de derivación para que desaparezca la fuga.
2. Abra la válvula que controla el flujo de agua, para verificar que no haya fuga. Si ésta continúa cierre la válvula.
3. Revise si el collar se encuentra deteriorado 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 aducción, y 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 ó 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.

Para su reparación y mantenimiento debe acudir a personal especializado.

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.

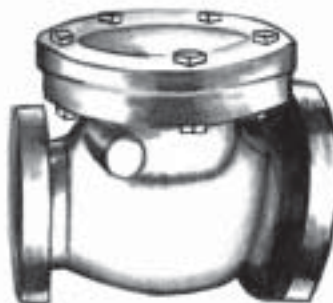
Este tipo de válvulas presenta fugas por la manija, cuando se desgasta el empaque que está en el eje de la válvula. Para cambiar el empaque realice los siguientes pasos:

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



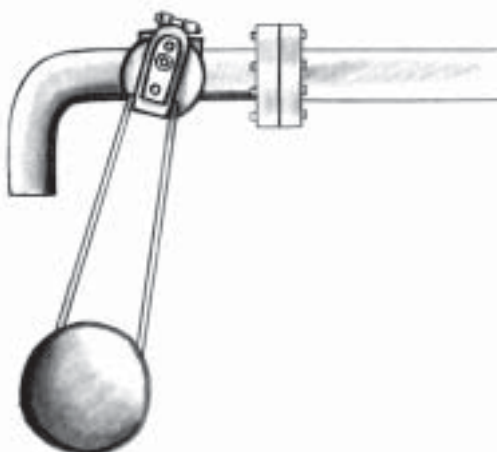
3. Deslice el nuevo empaque alrededor del tallo de la válvula.
4. Ajuste nuevamente y ponga en servicio la válvula.

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.



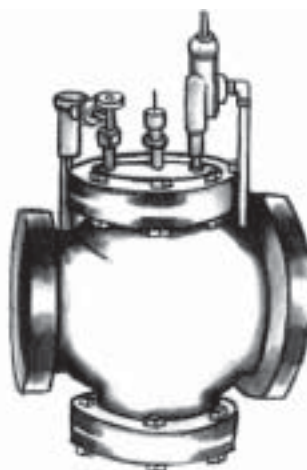
Válvulas de flotador: la función principal de una válvula de flotador es mantener un nivel fijo de agua en una estructura, bien sea un tanque de almacenamiento o una cámara de quiebre de presión.

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.



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.



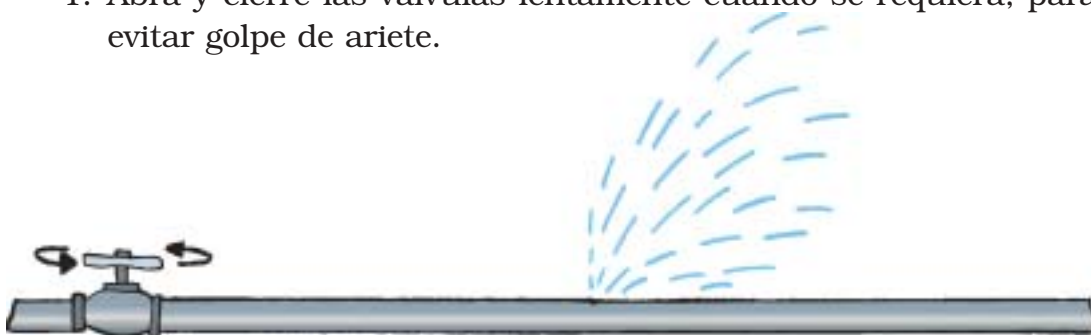


La revisión de la presión a la salida de la válvula debe hacerse con ayuda de un manómetro.

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, brida, universal, 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.

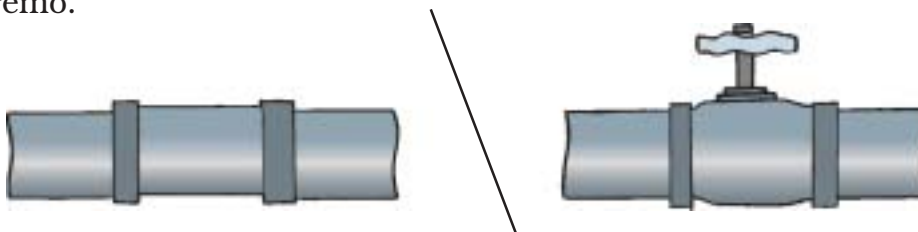


Tabla 10

Mantenimiento de válvulas

Frecuencia	Trabajo a realizar	Herramientas
Diario	- Revise que no existan fugas, si las hay repárelas. - Si encuentra operadores o manijas trabadas o cabezotes faltantes, repóngalos. - 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	Drene y limpie las cajas que protegen las válvulas para evitar que se dañen.	Balde, cepillo. Llave para operar válvulas.
Trimestral	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	Pinte las válvulas para evitar la corrosión y las tapas de la cajilla con color naranja.	Pintura anticorrosiva, brocha, thinner. Llave para operar válvulas.

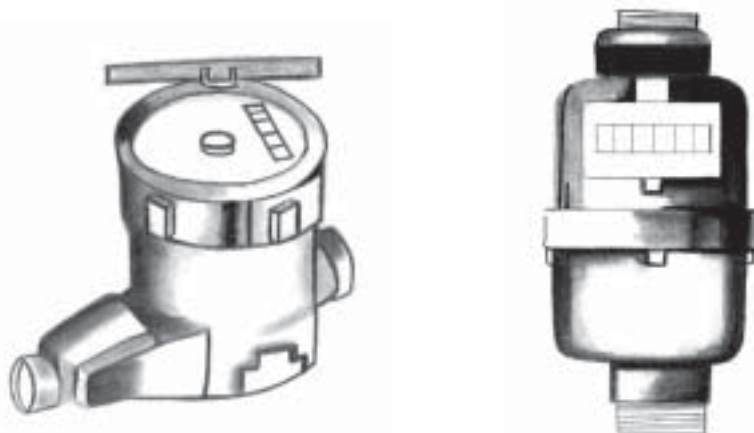
Micromedidores

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.



Estos medidores son apropiados cuando la turbiedad del agua no es tan buena.

- 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, 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

- 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.
- Conservar tramos rectos de 2 a 5 metros antes y después del medidor.
- El medidor debe estar protegido contra condiciones climáticas extremas.
- Se debe instalar en sitios rígidos, bien sea sobre muros o andenes.
- No instale los medidores en zonas húmedas o pantanosas.
- 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	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 a la entidad prestadora del servicio de acueducto. 6. Verifique que el consumo en la vivienda corresponda a lo real (una forma es consultando en la empresa prestadora 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 entidad prestadora del servicio 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 a la administración del sistema y actúe de acuerdo con el reglamento. 10. Si se debe a fugas al interior de la vivienda, recomiéndele al usuario que las corrija.
Cada dos años	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.

Problemas más frecuentes en los acueductos rurales y formas de solucionarlos

Problema	Solución
1. Disminución de la cantidad de 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 de la bocatoma del acueducto. Informe a la administración del acueducto y a las autoridades ambientales.
2. La calidad del agua de la fuente se ha deteriorado. Presenta mayor turbiedad, aumento del color y sedimentos.	Haga inspección de la microcuenca para identificar talas, nuevas construcciones, cultivos, marraneras, abrevaderos de animales, eliminación de la capa vegetal, ausencia de aislamientos, actividades mineras (receberas), etc. Identifique vertimientos de aguas residuales aguas arriba de la bocatoma. Informe a la administración del acueducto y a las autoridades ambientales.
3. La bocatoma se tapa con frecuencia.	Limpie periódicamente la rejilla. En lo posible proteja el área cercana a la bocatoma.

Problema	Solución
	Informe a la administración del sistema y si es necesario busque apoyo con otras instituciones o con las autoridades ambientales.
4. No llega la cantidad de agua necesaria al tanque de almacenamiento.	Revise los componentes del acueducto desde la bocatoma hasta el tanque de almacenamiento, verificando: 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 a la administración para que ésta 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.	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.	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.
7. El agua se rebosa por el desarenador, humedeciendo el terreno y desestabilizándolo.	Se pueden presentar varios casos: 1. Verifique que el vertedero de excesos o el rebosadero, ubicado a la entrada de la estructura, no haya sido taponado. 2. Si no hay vertedero de excesos o rebosadero, 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. En todos los casos se debe pedir apoyo a la administración del acueducto para mejorar el desarenador.
8. Presencia de aire en las tuberías de aducción y conducción.	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, instélaslas. 2. 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. 2. El tanque no debe estar completamente lleno por más de 4 horas. Si de noche el tanque se llena hasta rebosar, cierre la válvula de entrada hasta controlar el rebose. 3. 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, antes de la válvula y coloque una tubería que pase lateralmente por el tanque 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).



Problema	Solución
	4. Cuando haga cambio de tubería cerciórese de que sea para la misma presión de trabajo del tubo o RDE, el cual ya viene marcado.
16. Puntos altos de la red sin servicio de agua.	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.	1. La apertura y el cierre de las válvulas debe hacerse lentamente, para evitar cambios bruscos de presión. 2. Verifique las válvulas de quiebre de presión, haga el mantenimiento respectivo. Si hay válvulas en mal estado, cámbielas. 3. Verifique que el flotador de las cámaras de 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.	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 asesoría. 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.	1. Informe a la administración del acueducto quiénes son los usuarios ilegales que están conectados al sistema de acueducto. 2. Consulte con la administración del acueducto 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 no puede hacerlo, solicite la ayuda de un maestro de obra. 
21. La válvula ocasiona golpe de ariete.	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.	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 al cierre, la presión aguas abajo está por encima del valor máximo.	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.	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.	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 en los micromedidores en un mes determinado.	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

Fernando: Le propongo unas actividades para que refuerce lo que aprendió



Pacho:
Listo...
¿Qué hay que hacer?



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
Cámara de entrada					
Cámara de salida					
Válvulas					
Granada					
Paredes internas del tanque					
Mortero de piso					
Escaleras de acceso					
Tubería de ventilación					
Tapas de acceso					
Estado externo de las paredes					
Estado externo de las placas					
Tuberías de acceso					
Tuberías de salida					
Tuberías de lavado					
Tuberías de rebose					
Estructura de cerramiento					

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 mas urgentes de atender.

Actividad 2

Fernando, 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?



Para saber qué tanto aprendimos vamos a responder esta evaluación.

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 pegante.		
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 pegante.		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, Pacho!! 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, Fernando. Ahora me queda mas 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.

FONTANERÍA **RURAL**

MUNICIPIOS MENORES Y ZONAS RURALES

Módulo

4

**Fontanero que trabaja
con seguridad, ningún
riesgo correrá**

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

Vamos a aprender:

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

2. Conversando sobre cuidarse de los accidentes



Fernando



Imelda



Pacho

Pacho: Buenas tardes, Imelda, Fernando. ¿Supieron que ayer se accidentó el fontanero de Riochiquito?

Fernando: Sí, señor. Me dijeron que está muy grave.

Imelda: 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.

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

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

Pacho: A veces, aunque uno ponga cuidado, le pasan sus chascos.

Fernando: Hay que poner 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, Pacho, protéjase bien, utilizando los guantes o el overol y haciéndose vacunar contra el tétano.

Pacho: ¿Y para qué me pongo tanta vaina?

Fernando: Mire Pacho... Los guantes, el overol, las botas y hasta la cachucha 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 siquiera las manos y se intoxica.

Pacho: 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.

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

Fernando: Con mucho gusto, para usted y para Pacho.

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) 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.

- Un lugar de trabajo desaseado y en desorden.
- Una herramienta en mal estado.
- Un motor al que no se le da mantenimiento.
- Instalaciones eléctricas deterioradas.
- Un procedimiento que no se sigue al pie de la letra.
- 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?



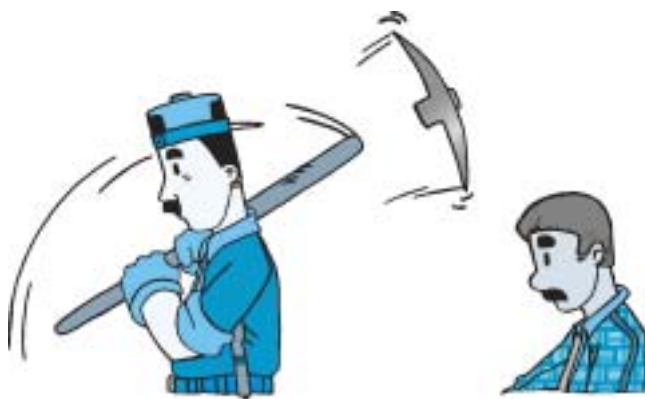
Es posible no tener accidentes de trabajo, si sabemos cuáles son las causas que los provocan.

¿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, la ingestión de bebidas embriagantes durante el trabajo, la fatiga, el sueño o una combinación de las anteriores. Estas causas pueden estar presentes en todos los lugares.

¿Cuáles 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?

- Una pica mal encajada en el cabo, puede salirse y golpear al fontanero o a alguien que se encuentre cerca.
- 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.
- Excavaciones en donde pueden presentarse derrumbes o caídas de piedras. Se debe utilizar cascos y botas protectoras.
- Tubos o cargas muy pesados que es necesario levantar.
- Jornadas de trabajo muy largas a la intemperie, en sitios calurosos y con mucho sol, cuando el fontanero no utiliza cachucha 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:

- Antes de operar los equipos, asegurarse de que se encuentren en buen estado.
- Mantener las herramientas de mano almacenadas en un lugar apropiado y utilizarlas únicamente si están en buenas condiciones.
- Asegurarse de que sabe cómo utilizar una determinada herramienta de mano y conocer los riesgos de su uso indebido.
- No utilizar herramientas o equipos defectuosos. Avisar al administrador del acueducto para su reparación o reposición.
- Revisar periódicamente las herramientas para asegurarse de que están en buen estado.
- Reemplazar con frecuencia las correas y poleas.
- Cuando se vayan a utilizar sierras, esmeriladora y cualquier otro equipo similar, asegurarse de que están en buenas condiciones y tengan guardas de seguridad.
- 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:

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



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

Sobre los lugares de trabajo:

- Mantener los corredores y demás lugares de trabajo despejados y limpios.
- Informar inmediatamente al administrador del acueducto si en los pasillos o sitios de trabajo hay huecos, equipos, materiales o maquinarias mal almacenados y que puedan causar accidentes.

- Nunca aislar las zonas de trabajo con piedras, sobre todo en las vías.
- Limpiar inmediatamente cualquier derrame de líquido o de otro material.
- 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.
- Tapar siempre los huecos o zanjias que se hayan excavado para realizar instalaciones o reparaciones del acueducto.
- Colocar protectores de baranda en escaleras y pisos abiertos altos.
- Las áreas de trabajo deben mantenerse siempre limpias y en orden.
- Cuando haya necesidad de trabajar en sitios con poca luz natural, asegurarse de contar con la iluminación adecuada.

**Sobre el almacenamiento:**

- No almacenar objetos, canecas ni frascos de reactivos en pilas unos sobre otros.
- 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.
- Almacenar los bultos de sulfato de aluminio sobre tablas levantadas y no directamente sobre el piso.

Otras recomendaciones:

- Informar inmediatamente, por escrito, al administrador del acueducto sobre cualquier accidente de trabajo por leve que sea.

- El fontanero debe asegurarse de que los contratistas tomen las medidas de precaución adecuadas cuando realicen obras de instalación o de reparación.
- Tener al día los informes de mantenimiento de bombas, compresores y cilindros a presión.
- 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 estériles
1 paquete de gasas no estériles	1 rollo de esparadrapo
3 vendas enrolladas	1 par de tijeras quirúrgicas
1 par de pinzas	1 bisturí
1 barra de jabón (el jabón líquido se secará)	1 caja de fósforos a prueba de humedad
1 vendaje elástico	1 linterna de baterías
1 termómetro	Aspirinas
Dolex	Antihistamínicos
Isodine en espuma	Isodine en solución
Antidiarreicos	Agua oxigenada
Alcohol antiséptico	

Con la lista anterior, revise lo que tiene en su botiquín y señale con una cruz 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 dicta la Cruz Roja.

4. Para estar seguros de lo que aprendimos

Fernando: Le propongo unas actividades para que refuerce lo que aprendió



Pachito:
Listo...
¿Qué hay que hacer?



Actividad 1

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

Vaya haciendo una revisión de esa lista y marque con una cruz 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	Cruz	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	Cruz	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, canecas, 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 administrador del acueducto sobre cualquier accidente de trabajo por leve que sea.		

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

Actividad 2

- * Vaya a su zona de trabajo habitual.
- * 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, canecas u otros materiales mal situados o sin protección de la intemperie	
Otros aspectos que considere riesgosos	

Después de esta visita de campo, ¿qué recomendación le va a hacer al administrador del acueducto? 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 cruz 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. Por el afán 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 Fernando y diga lo que hay que hacer:

Fernando, el fontanero novato, llegó a trabajar al acueducto veredal, muy 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 alcanzó a 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:

- La pica estaba suelta del cabo, pero la dejó así.
- Le dio mareo y se puso sudoroso porque se fue a trabajar sin tomar ni tinto.
- Tenía que levantar unos tubos y unas canecas muy pesadas y lo hizo sin ayuda.
- 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:

- ¿Cuáles fueron los riesgos que corrió Fernando?
- ¿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,
Pacho!! Cómo me alegro
que haya aprendido
sobre seguridad indus-
trial con la ayuda de
Fernando.



Si Imelda.
Ahora me siento
más seguro para ir
a trabajar, y le pue-
do 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.

FONTANERÍA **RURAL**

MUNICIPIOS MENORES Y ZONAS RURALES



Anexos

Anexo 1. Herramientas para operación y mantenimiento del acueducto

Segueta

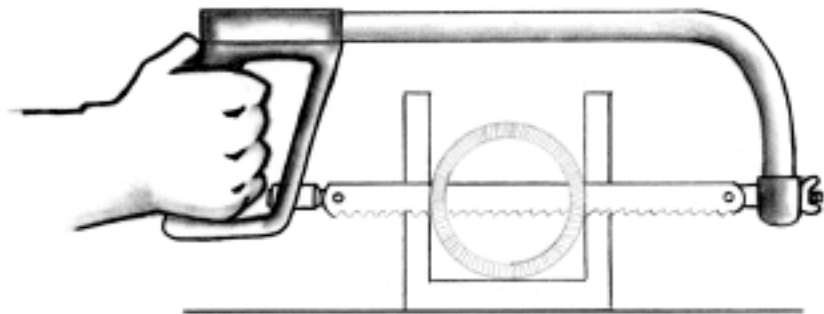
Herramienta utilizada para corte de tubos, consta de una hoja y un marco. La hoja se coloca en el marco y se ajusta mediante un perno.



Uso de la segueta

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

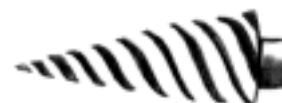
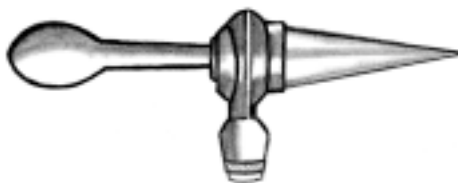
Material a cortar	Dientes por pulgada
Tubo de hierro galvanizado (HG)	24
Tubos conduit	24
Tubos delgados de acero	32
Tubos de cobre de 1/4" a 1/2"	32
Tubos de bronce de 1/2"	32
Tubo de latón de 1/2"	32
Tubo plástico	32
Tubo de asbesto cemento	32



- Coloque la hoja en el arco con los dientes hacia adelante.
- Marque el corte con un trazo y asegure la pieza con prensa o dentro de un cajón de madera.
- Mantenga el corte por fuera del trazo.
- 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.
- Empiece el corte con movimiento suave, continuo y hacia adelante.
- Al final de cada movimiento afloje la presión y retire la hoja directamente hacia atrás.
- Una vez cortados los materiales, 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 o escariador.

Escariador

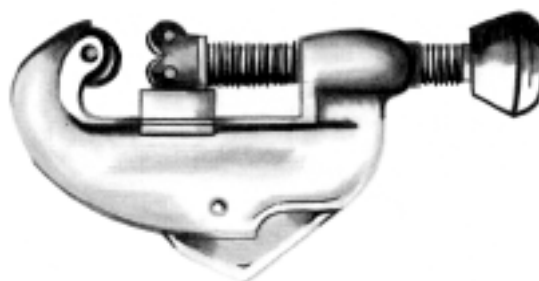
Es una herramienta de múltiples lados, utilizada para suavizar las aristas y retirar las rebabas internas de los tubos. Generalmente se hace mediante movimientos circulares, por lo que debe usarse el taladro o el billabarquín.



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" a hasta 4". Corta tubos flexibles de cobre y aluminio y tubos rígidos de hierro galvanizado.



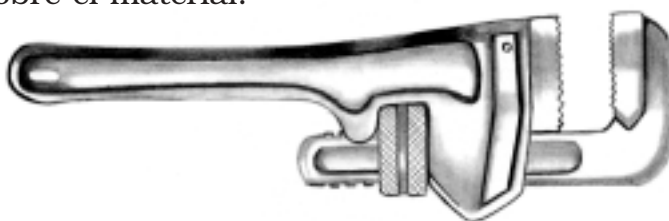
Terraja

Las terrajas son herramientas utilizadas para sacar roscas exteriores en tubos lisos



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 puntillas. Pueden ser de uña o de bola.

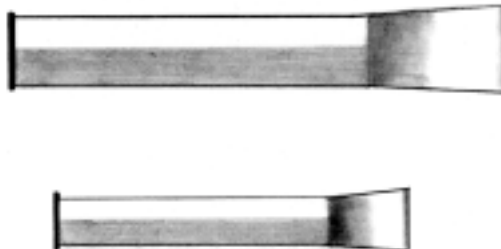


Maceta

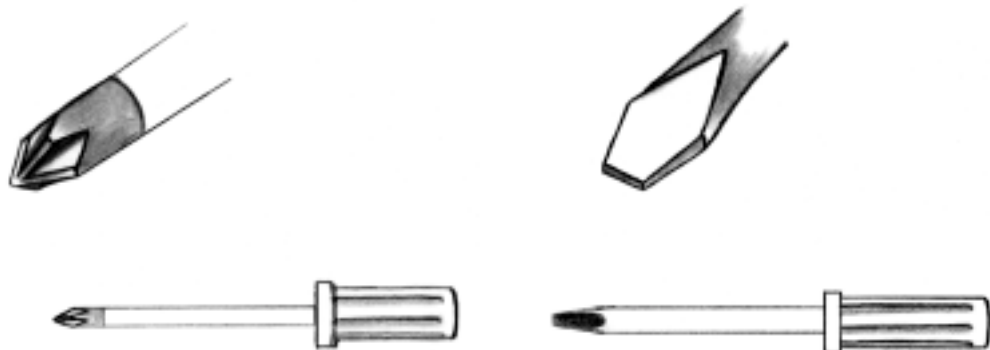
Herramienta gruesa, de mango corto, con cabeza de acero que sirve para golpear cinceles y punteros para hormigón, piedra, estacas y cuñas.

**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**

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

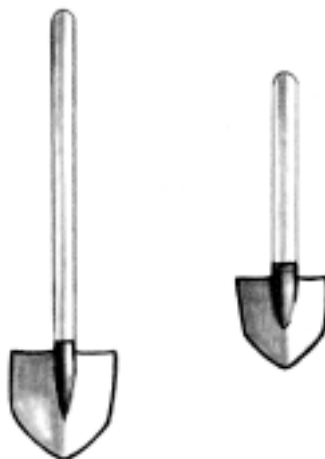


Pica

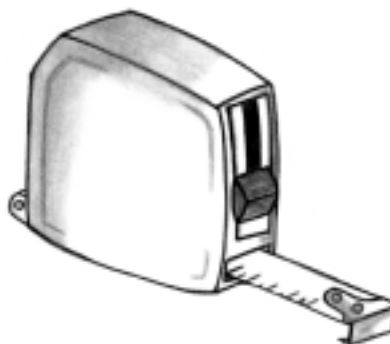
Herramienta que sirve para remover tierra y abrir zanjas.

**Pala y palín**

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.

**Flexómetro**

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.

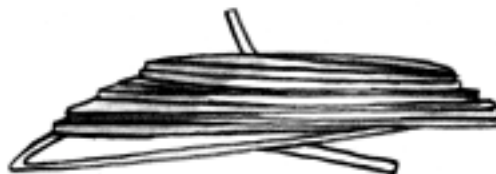


Llana

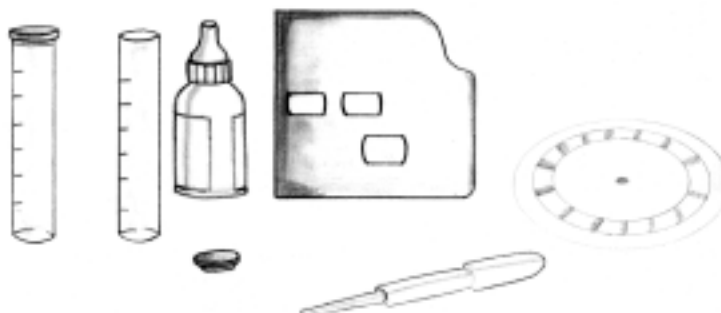
Herramienta compuesta por una lámina de metal plana, sujeta perpendicularmente a un mango de madera o metal. Sirve para aplanar el terreno cuando se ha llenado una zanja.

**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.

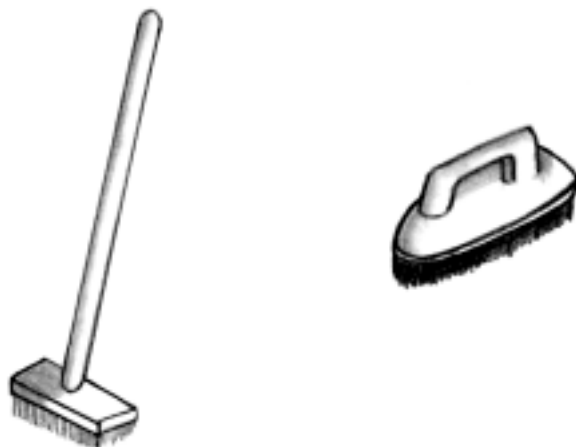
**Kit de cloro**

Juego de reactivos y comparador, que sirve para determinar en 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 Colombia 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 diezmillonésima 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	s	La unidad segundo patrón. Su primera definición fue: “el segundo es la 1/86,400 parte del día solar medio”.
	minuto	min	1 min=60 s. Un minuto equivale a 60 segundos.
	hora	h	1 h=60 min=3,600 s. Una hora equivale a 60 minutos y a 3,600 segundos.
	día	d	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 Colombia 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.

Factura de servicios públicos. Es la cuenta que la empresa de servicios públicos de la localidad entrega o remite al usuario o suscriptor, por causa del consumo y demás servicios inherentes al desarrollo de un contrato de prestación de servicios públicos.

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, rebose 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 empresa de servicios públicos al suscriptor o usuario por la prestación del (los) servicio (s), incluidos sus costes 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	

[illegible]

Formato de reparación de daños

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

Si requiere información, aclaración o consulta sobre este material impreso, puede contactar las siguientes instituciones.

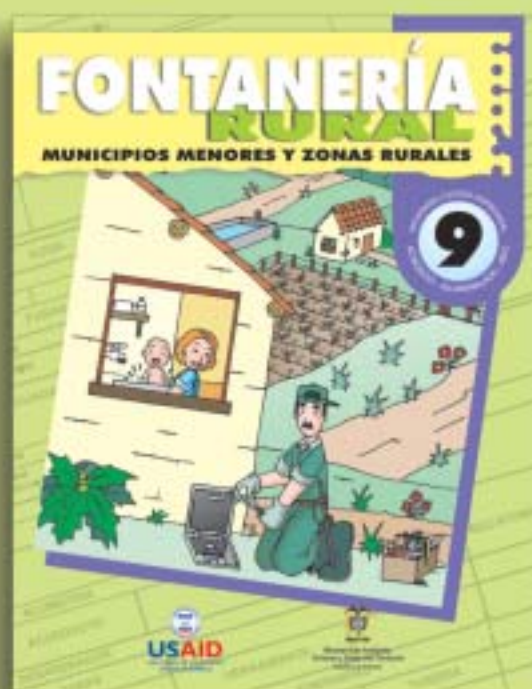
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Dirección de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental
Bogotá, Calle 37 No 8-40 Teléfono: 3272800
WEB www.minambiente.gov.co

Gobernaciones Departamentales
Secretarías o dependencias responsables del tema de agua y saneamiento básico

Alcaldías, Municipios, secretarías o dependencias responsables del tema.

Servicio Nacional de Aprendizaje - **SENA** y sus diferentes oficinas regionales
Bogotá, Dirección General Calle 57 No 8-69 PBX. 5461500
WEB www.sena.edu.co

Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
ACODAL- Seccional Centro y las diferentes seccionales
Bogotá, Calle 39 No 14-75 PBX 2459539
WEB www.acodal.org.co E-Mail ascentro@acodal.org.co



El apoyo al mejoramiento de la gestión empresarial de las entidades encargadas de prestar los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo en el pequeño municipio colombiano, es uno de los principales objetivos que se ha propuesto el Gobierno Nacional en cabeza del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, dentro del marco del Plan de Desarrollo "Hacia un Estado Comunitario".

