



MANUAL DE PROCESO Y PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS PARA ACUEDUCTOS RURALES

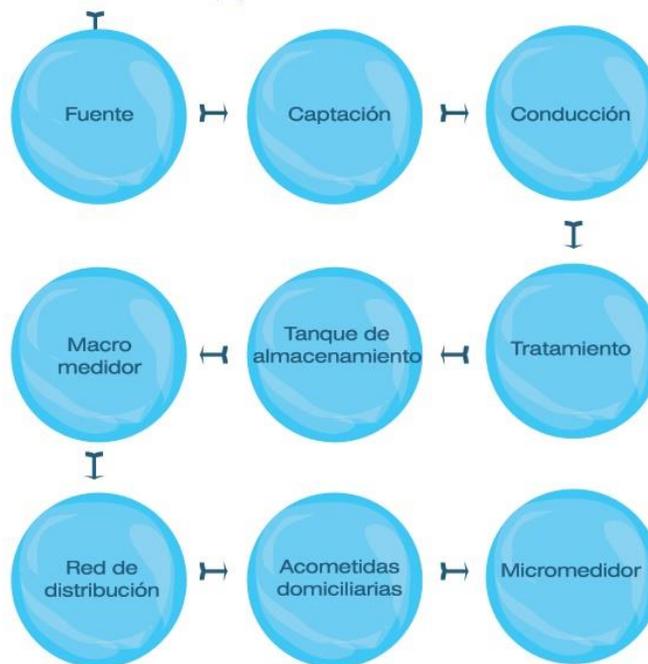


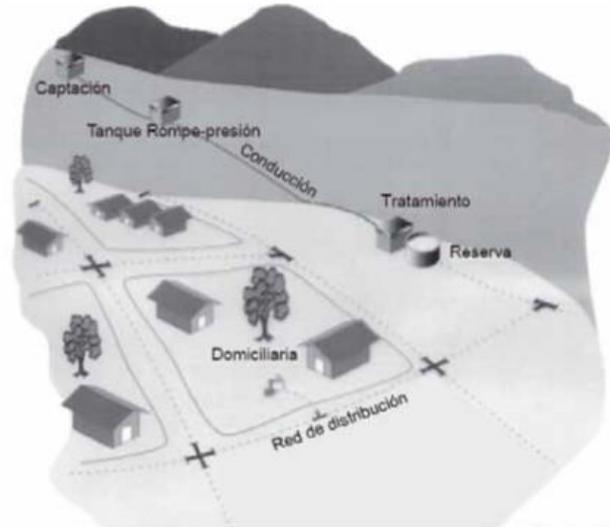
MANUAL DE PROCESO Y PROCEDIMIENTOS PARA ACUEDUCTOS RURALES

El Sistema de Agua Potable

El sistema de agua potable 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 la presión necesarias para garantizar un servicio adecuado a los usuarios.

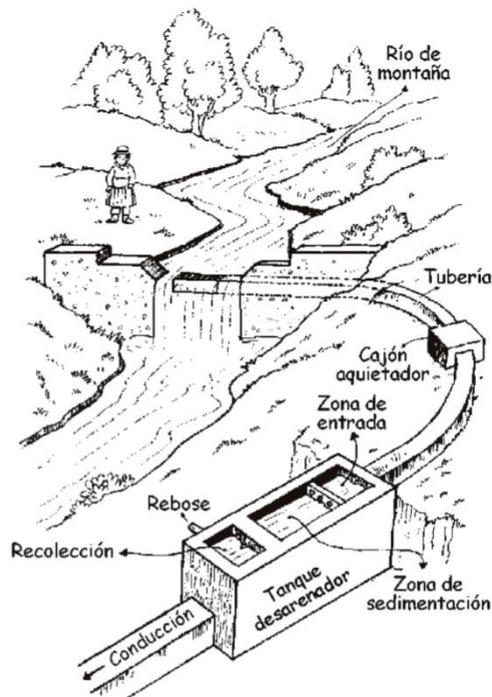
Según la topografía del terreno y la diferencia de altura entre el sitio de donde se toma el agua y la comunidad que la va a consumir, en muchos países de Latinoamérica se puede distinguir principalmente dos tipos de sistemas de agua potable: Sistemas de agua potable por gravedad: Se encuentran principalmente en zonas montañosas. Se aprovecha la topografía del terreno para llevar por gravedad el agua desde la captación, en la zona más alta, hasta las viviendas, en las zonas más bajas. Sistemas de agua potable por bombeo: Existen a su vez de dos tipos de captación por bombeo: aquellos que utilizan como fuente las aguas superficiales como ríos y lagos, y los que usan aguas subterráneas (pozos). Ambos emplean equipos de bombeo para elevar el agua desde la captación o desde la capa freática hasta la planta potabilizadora, así como tanques de almacenamiento o de reserva, generalmente situados en un sitio estratégico por su elevación con respecto al poblado o la comunidad a servir. Desde ese tanque, el agua llega a las viviendas por gravedad. En general un sistema de agua potable está formado por las siguientes partes:





Fuente: Es el depósito de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua potable. Según la zona, puede ser un manantial (afloramiento, nacimiento, nacimiento), o bien un pozo o la derivación de agua de un curso de agua como un río o lago.

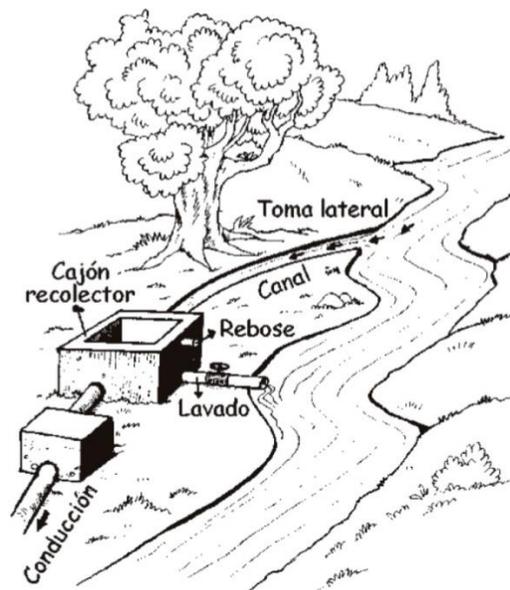
Captación: Es el conjunto de obras o estructuras necesarias para obtener o "captar" el agua de una fuente de abastecimiento de agua. De acuerdo con el tipo de fuente, pueden existir captaciones superficiales o subterráneas, pero también puede captarse el agua de lluvia. De acuerdo con el tipo de fuente, existen captaciones superficiales o subterráneas.



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



Toma lateral: Se construye en la orilla de los ríos, cuando son caudalosos y tienen poca variación de nivel. Una parte de la corriente de agua superficial es encauzada hacia un costado. Pueden ser muros laterales con rejillas y compuertas que impiden el paso de sólidos flotantes y permiten regular la entrada del agua al canal o tubería. El agua es recogida por un tubo o canal revestido y es conducida hacia un tanque recolector.



Captación de fondo: Se construye en ríos y quebradas poco profundos y de gran 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 en el fondo del canal se coloca una rejilla.

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

Captación móvil: Se construye sobre estructuras móviles a la orilla de los ríos con importantes variaciones de nivel. Igual que las captaciones flotantes, trabaja con equipos de bombeo.

Una captación móvil puede estar constituida por una plataforma de madera armada sobre barriles o toneles metálicos o plásticos vacíos que sirven de flotador. Sobre la plataforma se instala el equipo de bombeo protegido por una caseta.

Captación de agua de lluvia: En regiones con largos períodos de sequía entre épocas de lluvia, se recomienda construir tanques para almacenar el agua que cae. El agua puede ser captada desde los techos de las casas y conducida por canaletas laterales que van a depositar el agua en un tanque de almacenamiento o cisterna.

Para que la captación de aguas de lluvia sea eficiente, los techos deben ser construidos con materiales apropiados que no permitan obstrucción del recorrido del agua, con suficiente área y adecuada pendiente.

Captaciones subterráneas

Galerías de infiltración o dren: Esta captación es utilizada para fuentes subterráneas. 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.

Pozos: Son perforaciones a determinada profundidad, que se hacen en un terreno para captar aguas subterráneas. Pueden ser profundos. Los pozos poco profundos (menos de 10 metros), se conocen con el nombre de aljibes. Este tipo de captación necesita equipos de bombeo.

Conducción y/o Aducción

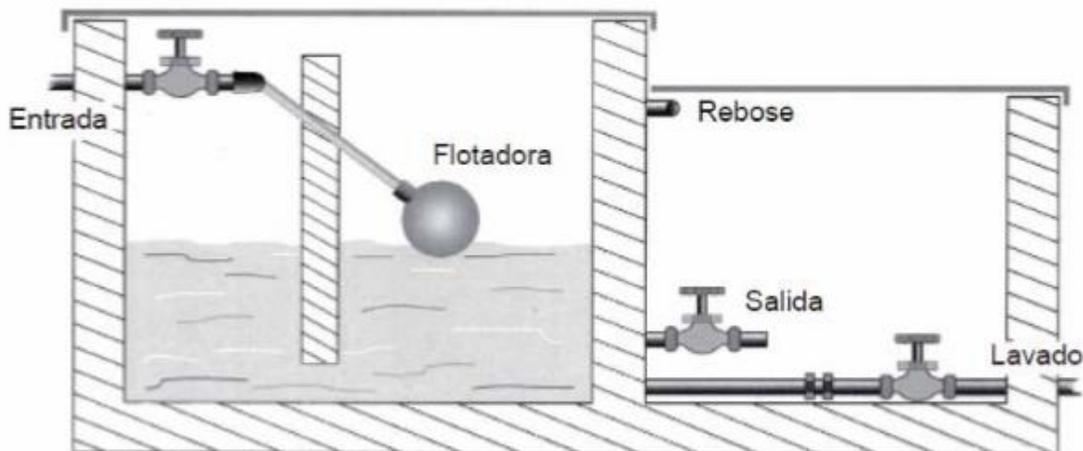
Tanto la aducción como la conducción son tuberías o canales por donde se transporta agua, pero mientras la aducción transporta agua cruda a presión o a flujo libre, la conducción transporta agua a presión ya tratada desde el lugar de tratamiento o potabilización hasta el tanque de almacenamiento o de reserva o directamente hasta la red de distribución.

Una red de aducción o de conducción no está compuesta únicamente por tuberías sino que también tiene otras estructuras y accesorios. En terrenos quebrados, esas tuberías, para su buen funcionamiento, requieren la instalación de:

- Cámaras de quiebre de presión o tanques rompe presión.
- Válvulas reductoras y reguladoras de presión.
 - Válvulas de aire o ventosas.
 - Válvulas de purga.

Cámara de quiebre de presión o tanque rompe presión: Esta es una estructura en forma de cámara o tanque utilizada para bajar la presión del agua que a veces llega con mucha fuerza.

Es una estructura pequeña, que puede ser de un metro por cada lado; tiene una tubería de entrada localizada en la parte superior y una tubería para la salida en la parte inferior.



Válvulas que alivian la presión: Son válvulas que alivian la presión en las tuberías, protegiendo las instalaciones ubicadas aguas abajo. La ventaja es que requieren poco espacio para ser instaladas; la desventaja es que son dispositivos de alto precio.

Ventosas o válvulas para aire: Son dispositivos que dejan salir el aire para que no impida que el agua siga su curso.

Válvulas de limpieza o de purga: Son accesorios que permiten:

- Desalojar o “purgar” el material acumulado en el interior de los tubos.
- La normal circulación del agua y descargue de tubería

Tratamiento

Se llama tratamiento al conjunto de estructuras, obras, equipos y materiales necesarios para lograr la potabilización del agua, allí se llevan a cabo las diferentes acciones y procesos para mejorar las características físico - químicas y bacteriológicas del agua.

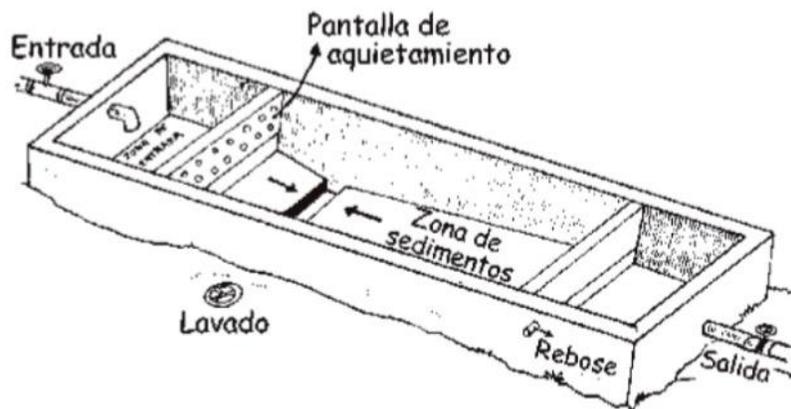
Dependiendo de la calidad del agua que sea captada para el tratamiento existen diferentes procedimientos físicos y químicos.

Tratamiento Físico

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

Un sedimentador o desarenador constituye la primera unidad de tratamiento. Es una estructura vital en las captaciones superficiales, sobre todo cuando la corriente de agua arrastra mucho sedimento. Puede ser un tanque rectangular, mucho más largo que ancho, dentro del cual el agua circula a muy poca velocidad. Debido a este hecho las partículas se asientan en el fondo, por acción de la fuerza de gravedad que las atrae.

El sedimentador o desarenador está dividido en cuatro componentes:



Zona de entrada: Su función principal es reducir la velocidad que trae el agua desde la captación, mediante una pantalla deflectora o de aquietamiento, para facilitar la eliminación de las partículas. Aquí puede haber lateralmente un vertedero o tubería de rebose, que devuelve el caudal sobrante al río.

Zona de sedimentación: En esta zona las partículas pueden llegar al fondo del sedimentador o desarenador y asentarse. El agua debe estar en reposo.

Zona de lodos: Es donde se deposita y almacena los lodos sedimentados.

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. Antes de la salida, también puede haber lateralmente un vertedero o tubería de rebose, que devuelve el caudal sobrante al río.

En el desarenador es conveniente instalar una tubería de paso directo, con válvulas de cierre en cada extremo, que conecte a la tubería de entrada con la tubería de salida. A este tipo de instalación se le conoce como "bypass" (por su nombre en inglés).

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

Cuando no se haya previsto la tubería de paso directo, tenga cuidado en no demorar mucho 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.

La limpieza debe ser periódica, dependiendo del deterioro de la calidad del agua, principalmente en invierno.

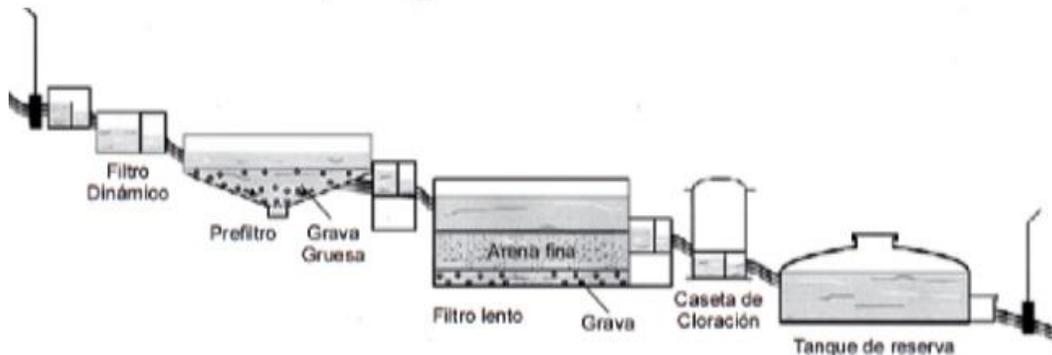
Los sedimentos acumulados en el desarenador deben retornar al río o a la fuente de agua, aguas debajo de la estructura de captación, siempre y cuando esto no cause daño alguno y lo permita la ubicación del desarenador y las normas ambientales específicas.

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

Filtración en Múltiples Etapas (FIME):

- Filtración dinámica
- Pre-filtración
- Filtración lenta

Tratamiento para consumo humano Pequeñas y medianas comunidades.



Filtro Dinámico: Es un tanque rectangular, poco profundo, lleno de material granular (arena y grava), con un sistema de drenaje en el fondo que recoge el agua filtrada.

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

Pre-Filtro: Es un tanque lleno de grava, el agua, en su interior, disminuye la turbiedad.

Filtro Lento: Por lo general está armado en un tanque grande, con una capa de arena de un metro de alto. Trata aguas con poca turbiedad (agua clarificada).

En la superficie del filtro se produce una actividad biológica intensa, algunos microorganismos se alimentan de otros, eliminando inclusive a los virus que son peligrosos para los seres humanos.

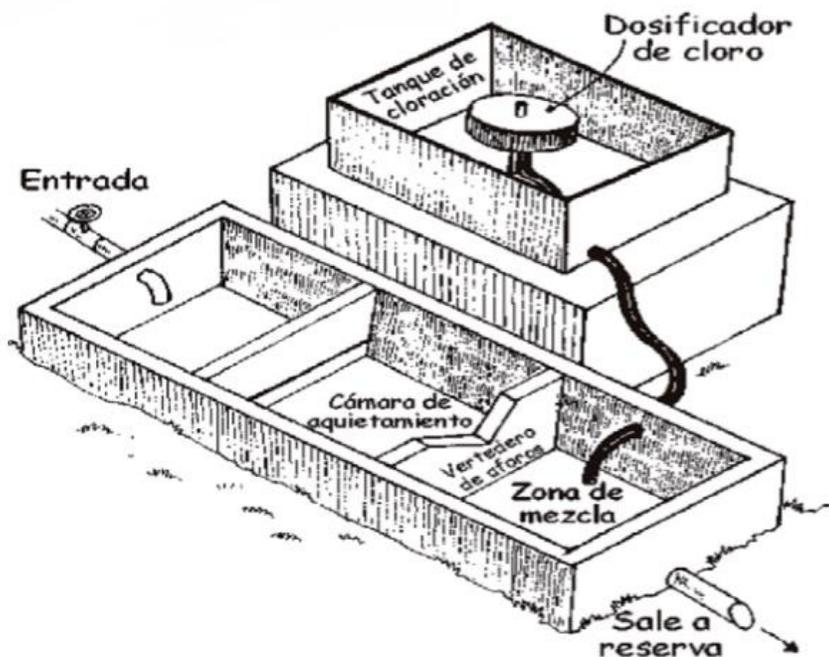
Tratamiento por medios químicos

El tratamiento o la desinfección por medios químicos controlan la contaminación que se puede dar en el agua desde que sale de la unidad de tratamiento físico (desarenador o filtros), hasta que es utilizada en las casas.

En el medio rural, para la desinfección lo más utilizado es el cloro (Figura 4). Un producto con gran poder bactericida, capaz de matar las bacterias o impedir su desarrollo. Además es barato y de fácil manejo.

El cloro se usa en dos de sus presentaciones:

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



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

Tanque de almacenamiento

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

El tanque de 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.

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

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

1. Tuberías de:

- ✓ Entrada con su correspondiente válvula de cierre, para suspender o permitir la entrada de agua al tanque, según se requiera.
- ✓ Salida con su correspondiente válvula de control
- ✓ Lavado del tanque, con válvula de control
- ✓ By-pass o paso directo
- ✓ Rebose
- ✓ Drenaje con válvula de control, utilizada durante el lavado del tanque.

2. Una tapa o cubierta superior para prevenir la caída de hojas y otros objetos dentro del tanque.

3. Una tapa o compuerta de inspección para facilitar el acceso al interior del tanque.

4. Escalera de acceso al tanque, tanto externa como interna, para facilitar 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. Un sistema para medir el nivel de agua en el tanque.

El Hipoclorito de Calcio es un producto sólido en forma de 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 empacado en recipientes 25 kilos, en una concentración del 70% como Cloro. De todas maneras, es importante tener siempre presente la concentración del Cloro en el Hipoclorito que 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 necesita

$$100 \text{ m}^3 \times 50 \text{ gr. de cloro} = 5.000 \text{ gr. de Cloro} = 5 \text{ kg. de Cloro.}$$

Pero como el Hipoclorito tan solo tiene una concentración del 70% de Cloro, entonces se necesitan:

$$5 \text{ kg.} \div 0.7 = 7.1 \text{ kg. de Hipoclorito de Calcio}$$

Se deben ir diluyendo con la ayuda de un balde en la medida en que se va llenando el tanque.

Para no olvidar: El cloro debe ser manejado con mucha precaución. Es una sustancia corrosiva y peligrosa que puede causar daño a las personas.

El cloro residual: Se puede medir en campo utilizando para ello un comparador o dispositivo de medición de cloro para agua potable, con la ayuda de una sustancia llamada DPD. Cuando esta sustancia se aplica al agua clorada hace que 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 o dispositivo de medición de cloro para agua potable con la muestra y llene la celda marcada con Cl₂ que corresponde al cloro residual.

2. Agregue al compartimiento de cloro residual DPD; el agua tomará una tonalidad rosada; agite, tape y ajuste.

3. Observe el color obtenido y compárelo con la escala de colores y valores de cloro (Cl₂) que tiene el comparador hasta encontrar un cloro 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 que se lleve.

Recomendaciones:

1. No agite la muestra antes de agregar el reactivo, ya que se libera el cloro presente en el agua.

2. Evite que la muestra sea expuesta a demasiada luz.
3. No guarde la muestra para más tarde; el análisis se debe realizar de inmediato.
4. Mantenga limpio el comparador.

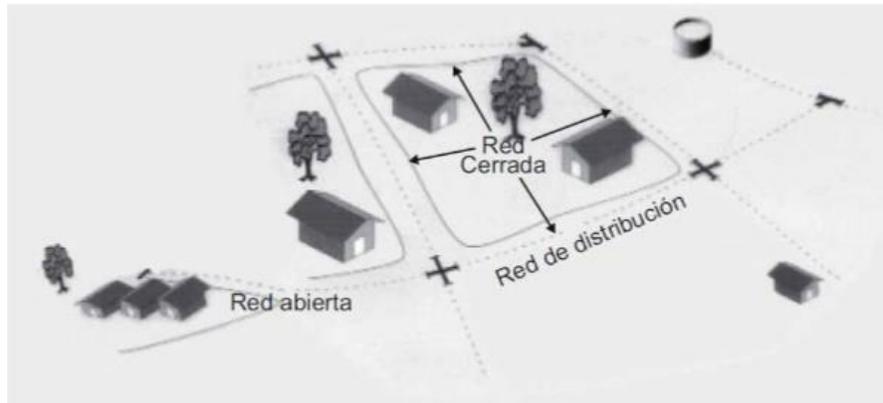
Red de Distribución

La función de la red de distribución es repartir agua potable a los domicilios o puntos de consumo. Dependiendo de la forma y el tamaño de la población, la red de distribución puede ser una instalación lineal abierta (para poblaciones desarrolladas a lo largo de una vía o poblaciones dispersas), o cerrada en forma de malla, conformada por tubos y accesorios conectados en forma continua de diferentes diámetros.

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 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 almacenamiento a las redes secundarias. Se encarga de mantener las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema y generalmente no reparte agua en ruta.

Las redes secundarias se derivan de la red principal y distribuyen el agua a los barrios o sectores 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 red de distribución:

Ramificada: Es la red que está compuesta 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 caminos o veredas, donde por razones topográficas no es económico ni técnico conectar los ramales.

Mallada: Es la red que está conformada por tuberías donde el agua circula a través de circuitos cerrados, lo cual produce un servicio más eficiente en presión y caudal.

Tipos de tuberías

Las tuberías o tubos que se utilizan para transportar agua vienen en diferentes materiales y diámetros, tal como se detalla en la tabla:

Material	Polietileno de alta densidad (PEAD)
Presentación	Rollos de 100 metros y 2 ½ y 3 pulgadas. Distintivo azul para uso de un sistema de agua potable.
Características	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excelente resistencia a la corrosión. 2. Muy flexible, se acomoda al terreno; puede curvarse horizontal y verticalmente sin necesidad de codos. 3. Ideal para la zona rural siempre y cuando sea para un sistema de agua potable. La tubería de riego no sirve. 4. Liviana y de fácil manejo. 5. Cuando el ensamble de la tubería se hace fuera de la zanja, se necesitan menos excavaciones que cuando se instalan tuberías de otros materiales. 6. Las redes de tuberías de polietileno tienen muy buenas condiciones hidráulicas, pocas uniones que produzcan fugas y menores riesgos de desempates con los asentamientos de terreno. 7. Para su instalación requiere equipo especial para soldar con calor. 8. El material se aprovecha mejor porque como viene en rollos se puede cortar a la longitud que se necesite, eliminando los desperdicios.
Instalación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Termofusión a tope, es la más usada. 2. Termofusión a socket. 3. Electrofusión. 4. Unión mecánica espigo-campana.
Material	Tubería de cobre (Cu)
Presentación	<ol style="list-style-type: none"> 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 ½ pulgada se usa en acometidas e instalaciones internas de sistemas de agua.
Características	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resistente a la oxidación e 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 incluye accesorios de campana que se empalman con soldadura de estaño.

TIPOS DE TUBERÍA	
Material	Hierro acerado (HA)
Presentación	Tramos de 6 a 12 m de longitud de 6 a 24 pulgadas.
Características	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gran resistencia mecánica. 2. Soporta grandes deformaciones antes de romperse. 3. Tolera 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	<ol style="list-style-type: none"> 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.
Características	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es una tubería de hierro dúctil con revestimiento interior y externo en Zinc. 2. Alta resistencia a presión interior. 3. Buen comportamiento en condiciones de enterrado. 4. Aptitud de corte y perforación con herramientas simples. 5. Resistencia a choques por manipulación e instalación. 6. 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tubería frágil. 2. Poca resistencia a los golpes. 3. No se puede soldar en sitio. 4. Sensible a corrosión por suelos ácidos e incrustaciones con aguas alcalinas. 5. Cuando está protegida internamente tiene muy buena duración.
Instalación	Unión espigo campana con plomo o mediante bridas o flanges a tuberías de extremos lisos.
TIPOS DE TUBERÍA	
Material	Polivinilo de cloruro (PVC)
Presentación	Tramos de 6 m de longitud, diámetros de ½ a 12 pulgadas.
Características	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tubería liviana. 2. Fácil de instalar. 3. Inerte a corrosión química. 4. Superficie interior lisa, bajas pérdidas. 5. Los rayos ultravioleta la degradan y pierde resistencia, debe estar protegida contra la radiación solar. 6. Alta resistencia a la tensión y al impacto.
Instalación	<p>Unión mecánica espigo-campana, con empaque de caucho. Esta unión es movable y permite mantenimiento fácil.</p> <p>Unión soldada con soldadura líquida. Esta unión, una vez terminada, es rígida y hace difícil el mantenimiento.</p>

TUBERÍA PVC	
Transporte	<ol style="list-style-type: none"> 1. En camiones de por lo menos 6 m de longitud. 2. Colocada en forma horizontal, en arrumes o acumulaciones que no sobrepasen 1.5 m de altura. 3. Debe evitarse que las hileras se golpeen entre sí, se rueden o resbalen. 4. Evitar arrastrar por el suelo o golpear la tubería durante el cargue y descargue.
Almacenamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Almacenarlas por diámetro. 2. Colocarlas siempre sobre piso nivelado. 3. Ubicarlas en hiladas, haciendo que queden "al aire" las campanas de unión para evitar que se deterioren. Esto puede hacerse colocando las hiladas sobre tarimas o plataformas o si están directamente en el suelo, haciendo dos zanjas para proteger las campanas de la primera hilada de tuberías (ver dibujo). 4. Máxima altura de almacenamiento en arrumes o acumulaciones: 1.5 m. 5. Amarrar los arrumes o acumulaciones entre 4 paralelos, para evitar que se deslicen. 6. No deben estar a la intemperie. 7. No es recomendable guardar las tuberías en sitios cerrados donde se acumule demasiado calor, puesto que pueden deformarse.
TUBERÍA DE POLIETILENO (PEAD)	
Transporte	Es fácil porque la tubería es liviana.
Almacenamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protegida de la intemperie. 2. No es recomendable guardar las tuberías en sitios cerrados donde se acumule demasiado calor, puesto que pueden deformarse.
TUBERÍA DE PLÁSTICO FLEXIBLE (PF+UAD)	
Transporte	Su presentación en rollos de 90 metros permite versatilidad en el transporte.
Almacenamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protegida de la intemperie. 2. No es recomendable guardar las tuberías en sitios cerrados donde se acumule demasiado calor, puesto que pueden deformarse.

TIPOS DE TUBERÍA	
Material	Plástico flexible (PF+UAD)
Presentación	Diámetros de ½ y ¾ de pulgada. Rollos de 90 metros. Distintivo azul para uso en sistemas de agua potable.
Características	<ol style="list-style-type: none"> 1. En algunos países como 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 que se utiliza para riego.
Instalación	<p>Unión mecánica espigo-campana, con empaque de caucho. Esta unión es movable y permite mantenimiento fácil.</p> <p>Unión soldada con soldadura líquida. Esta unión, una vez terminada, es rígida y hace difícil el mantenimiento.</p>

Los accesorios: Son elementos que sirven para ensamblar y reparar las tuberías y son generalmente fabricados del mismo tipo de material; 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.

Entre los accesorios más comunes están:

Uniones: Se utilizan para empatar, prolongar o cambiar la dirección de las tuberías.

Reducción: Se utiliza 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 de dos clases:

- 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).
- Tapones hembra: Son lisos. Cierran el extremo de un espigo.

Los tapones para tubería de PVC de diámetros mayores de dos (2) pulgadas son instalados con soldadura líquida, para estos se debe construir un anclaje en concreto o ladrillo pegado. Debidamente apoyado y lo suficientemente pesado. De esta forma se evita que la presión del agua dispare el tapón.

Tés o T: Sirven para unir entre sí tres tramos de tubería que se cortan formando dos ángulos rectos.

Hay tres tipos de Tés o T: Con campana, con bridas y con extremos lisos.

Codos: Son accesorios destinados a efectuar cambios de dirección en la tubería, ya sea horizontal o vertical, o bien curvas a diferentes grados. Son de radio corto o de radio largo y sus extremos vienen con campana y espigo, doble campana, extremo liso, con brida o roscados.

Acometidas Domiciliarias

La acometida domiciliaria es un conjunto de tuberías y accesorios que llevan el agua desde la red de distribución hasta el punto de registro (micromedidor) de un usuario. De acuerdo con las normas técnicas, las acometidas domiciliarias para viviendas residenciales son de media pulgada ($\frac{1}{2}$ ").

Toda acometida domiciliaria consta de los siguientes elementos:

- ✓ **Collar de derivación:** Se ubica sobre la tubería de distribución. Su diámetro varía de acuerdo al diámetro del tubo del que se va a conectar.

- ✓ **Adaptador macho:** Es un accesorio con espigo roscado para conectar con un accesorio hembra, también roscado, del mismo diámetro de la tubería de conexión.
- ✓ **Registro de incorporación:** Es una válvula de cilindro de bronce con rosca en el extremo que entra a la silla o collar y en el otro extremo permite roscar el acople.
- ✓ **Llave de 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.
- ✓ **Medidor:** Aparato de medida de consumo de agua del usuario.
- ✓ **Cajilla:** Es la caja protectora dentro de la cual se coloca el medidor. Generalmente es metálica y tiene una tapa de hierro forjado que se abre, ya sea por medio de una bisagra o bien por medio de una llave maestra. Permite leer el medidor y darle mantenimiento.
- ✓ **Te o T:** Es de hierro galvanizado y es el punto donde termina la acometida y comienza la instalación interna del usuario.
- ✓ **Tapón:** cierra una de las salidas de la Te anterior. Debe quedar a la vista y su función principal es 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 obstrucciones.

Instalación de las acometidas domiciliarias

1. Ubique en el plano de la red de distribución la vivienda o el predio donde se realizará la conexión.

2. Localice la tubería en el terreno y haga una excavación lo suficientemente amplia alrededor del tubo: al menos unos 10 centímetros por debajo del fondo del tubo y un mínimo de 15 centímetros a cada lado del tubo.

3. Si la acometida debe cruzar por vía pavimentada y la red se encuentra a una profundidad de 0,80 metros, se deben hacer dos excavaciones enfrentadas; desde la excavación más cercana a la tubería de distribución se pasa una sonda hacia la excavación de la vivienda, incluyendo a la sub-base 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 abrazadera del collar en el tubo sin golpearlo. Gírelo suavemente sin forzarlo y ubíquelo en un ángulo de aproximadamente 45° hacia dónde va a quedar la caja del medidor.

6. Ajuste el collar, acomodándolo con las guías que incluye; coloque cinta teflón y gire la tuerca hasta 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. Ajuste suavemente el registro.

8. En el registro de incorporación utilice un taladro con broca para perforar el orificio en el tubo. Perfore con cuidado, evitando que ingresen a la tubería residuos de la perforación. Una vez perforado el tubo cierre el registro; retire el taladro y verifique que el tubo esté bien perforado. De lo contrario, repita el procedimiento.

9. Revise que la tubería no tenga cortaduras o que no esté deteriorada por el manejo, almacenamiento o transporte.

10. Instale el tubo de PVC para acometida hasta la cajilla del medidor.

11. Verifique que no hay 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, compactando manualmente por encima de la tubería.

12. Arme el medidor dentro de la cajilla.

Accesorios de control

Válvulas de corte: Se utilizan para aislar tramos de tuberías en caso de posibles daños o reparaciones. Se deben instalar al comienzo y al final de la conducción y a cada 1.000 metros de tubería. Existen diferentes tipos de válvulas de corte, las cuales se describen a continuación:

Válvulas de compuerta: Estas válvulas tienen uno o dos discos de bronce dentro de una carcasa de hierro fundido. Se deslizan transversalmente a la dirección del flujo, regulando el paso de 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. Hay también válvulas de brida o campana.

Estas válvulas son de construcción sencilla, de apertura y cierre lento. Esto evita golpes de ariete. Pueden ser reparadas en el sitio sin necesidad de retirarlas.

Son muy comunes a la salida de las plantas de tratamiento y en la red de distribución. Permiten regular el caudal según la necesidad.

Válvulas de mariposa: Se instalan para el cierre o apertura del paso de agua dentro de tuberías de diámetro 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.

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 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 presentan 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:

- Suspenda el flujo de agua.
- Afloje la manija y saque el casquete donde está el empaque.
- Deslice el nuevo empaque alrededor del tallo de la válvula.
- Ajuste nuevamente y ponga en servicio la válvula.

Válvulas de retención: 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, protegidas para evitar que personas ajenas las manipulen. La reparación de estas válvulas la debe hacer personal especializado.

Micromedidor

La acometida domiciliaria con micromedidor permite establecer el consumo de cada familia y mejora la distribución de agua a la población.

El micromedidor es el aparato que mide la cantidad consumida por el usuario o usuaria del sistema de agua potable en un determinado tiempo, que por lo general es un mes.

Tipos de medidores: En un sistema de agua potable 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.

Medidores de velocidad: El principio de funcionamiento de estos medidores 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.

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 arenas.

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.

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