

Redes de Abastecimiento de Agua.

Caso práctico

¿Crees que el tema burocrático había sido suficientemente pesado?, pues ahora entramos en materia con las Redes de Agua. La Comisión de Seguimiento del Proyecto de la Eco Ciudad, ha dicho a Miren que tiene dos semanas para presentar los primeros esquemas y propuestas del diseño de la red de abastecimiento. Al haber vinculado la estrategia de suministro de agua al Canal de Navarra y haberse comprometido con los ecologistas en la concienciación temprana, los plazos apremian.

Miren se pregunta cómo va a resolver en tan poco tiempo todos los pormenores de una red de abastecimiento. Por eso necesitará ayuda de varios especialistas. Lo primero es tener muy claro cuáles son los pasos a seguir:

- Definir la estrategia de captación
- Plantear las ubicaciones de las estaciones de tratamiento de aguas potables y de los depósitos de cabecera donde almacenar el agua potabilizada.
- Definir la estrategia de distribución de las redes principales
- Seleccionar el tipo de tubería
- Establecer los sistemas auxiliares

Miren tiene mucho trabajo por delante, pero está motivada, por fin ha dejado los temas burocráticos de lado. Ya tiene la aprobación del Gobierno de Navarra y del Ministerio, y puede empezar con lo que más le gusta a ella, el diseño de redes.

¿qué sabes sobre redes de abastecimiento de agua?



Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

[Aviso Legal](#)

1.- Esquema y componentes de la red.

Caso práctico

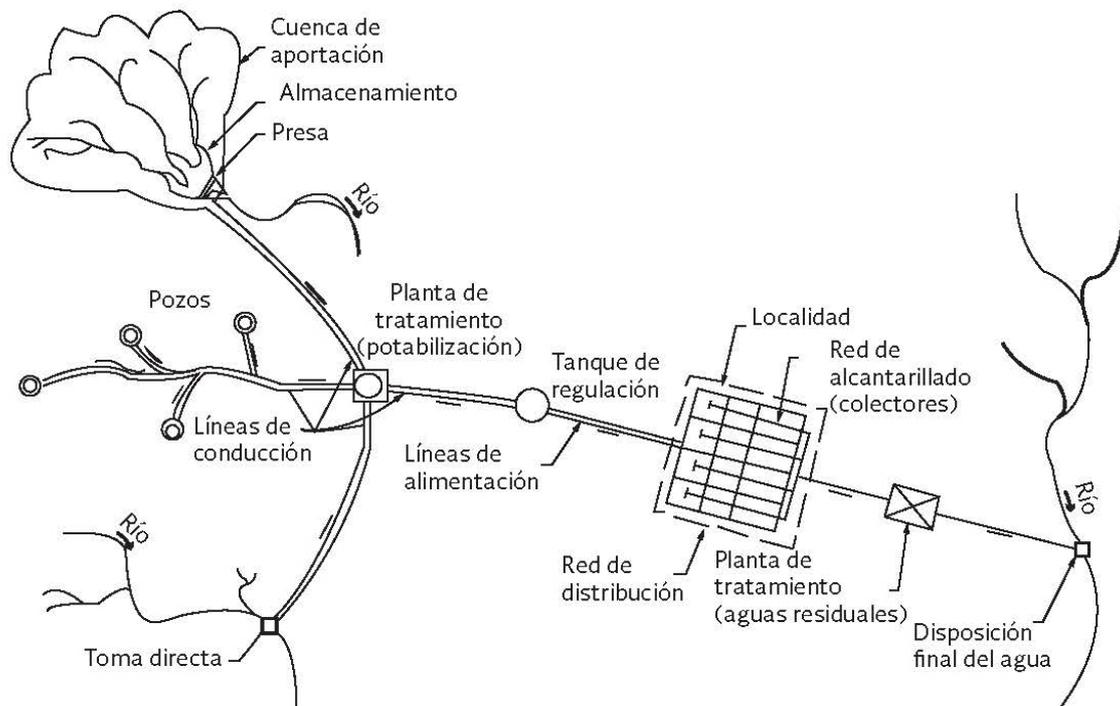
Miren ha pensado que el mejor esquema para la red de distribución es diversificar la captación. Así que se construirán dos sistemas de captación, el primero con un pozo y depósito de extracción del freático, y el segundo mediante un pequeño embalse que se abastecerá del canal de Navarra. Aunque quedan muchos detalles por estudiar, por lo que ha ido a hablar de nuevo con su amigo Javier.

- Hola Javier ¿qué tal estás hoy?
- Bien Miren. Pasa, cuéntame.
- Hemos decidido construir una captación de doble fuente, extracción de agua subterránea y el abastecimiento directo desde el canal de Navarra.
- Sí, recuerdo que me lo comentaste. Y entonces, cuál es la duda?
- Pues estoy un poco perdida con el asunto del trazado de la red
- Pues tendrás que hacer lo obvio. Primero elegir la ubicación de los dos sistemas de captación y luego, pero no menos importante, decidir dónde irá la estación de tratamiento de aguas. El límite de la Eco Ciudad estará determinado en los planos urbanísticos, así que sólo tendrás que empezar a dibujar líneas no?
- Que gracioso.....

¿sabes distinguir los principales componentes de una red de agua?

Las redes de abastecimiento de agua tienen el objetivo de dar un caudal de servicio a una determinada presión establecida por normativa entre valores mínimos y máximos, este caudal de servicio será el que el usuario final hace servir para diversas funciones.

Un sistema de abastecimiento siempre requerirá de un red de captación, una estación de tratamiento para la potabilización de aguas y una red de distribución, que generalmente requerirá de grupos de impulsión, ya que por los rozamientos internos de las tuberías y las pérdidas de carga resultantes es muy difícil que la presión de suministro quede garantizada por mera gravedad.



CONAGUA, Gobierno de México. Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 1 (CC BY-NC-SA)

Debes conocer

Los componentes básicos de una red de captación que a menudo incorporan el tratamiento y la acumulación previa a la distribución del agua hasta los puntos de consumo. En este vídeo puedes ver un ejemplo de una red de captación, potabilización y acumulación.

<https://www.youtube.com/embed/7iN0BXQhViv>

Vídeo de la red de captación-potabilización-acumulación

1.1.- Captación.

Como se analiza en la unidad 1 la captación de agua se debe hacer mediante fuentes naturales: ríos y manantiales, lagos o acuíferos subterráneos, o mediante estructuras de almacenaje artificiales como presas y embalses.

Si la fuente está situada a mucha distancia de los puntos de consumo será necesario un conducto de transporte del agua hasta las proximidades de los puntos de consumo, donde se procederá a la potabilización.

Estos medios de transporte pueden ser canales abiertos o tuberías de abastecimiento, siguiendo su diseño los mismos criterios de las conducciones del resto de la red. Puesto que las captaciones de aguas siempre se hacen aguas arriba, lo más habitual es que estos recorridos se salven por gravedad y sin la necesidad de grupos de impulsión. De hecho, en ocasiones hacen falta depósitos rompedores y válvulas de regulación de presión para evitar que con la velocidad acumulada el agua adquiera demasiada presión.



[Pigsels \(CC0\)](#)

1.2.- Tratamiento.

Una vez captado el caudal de agua de suministro y garantizada su disponibilidad, se debe escoger un punto entre las fuentes de captación y los puntos de consumo donde se centraliza el caudal de suministro para su tratamiento de potabilización.

El objetivo de estas plantas potabilizadoras es tratar el agua captada para adecuar sus niveles de sustancias disueltas a los estándares regulados por las normativas en vigor, en nuestro caso el *Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad de agua de consumo humano*.

Una vez cumplido el tratamiento, las estaciones de tratamiento cuentan con depósitos de almacenamiento dimensionados de acuerdo con el volumen de depuración para las que están preparadas. En estos depósitos queda almacenaba el agua potabilizada a la espera de entrar en las redes de distribución.



[Piqsels \(CC0\)](#)

Para saber más

<https://www.youtube.com/embed/MyYLLVG8Wkc>



1.3.- Acumulación.

DEPÓSITOS DE CABECERA: ACUMULACIÓN CENTRALIZADA

Una vez potabilizada, el agua sale de la planta potabilizadora y es enviada a un depósito de regulación, también conocido como depósito de cabecera. En este depósito se almacena un volumen de consumo acorde con un tiempo de seguridad y el consumo estimado de la zona a la que se da servicio.

Los depósitos de cabecera, por norma general, se ubican en puntos altos de la geografía local y distribuyen el agua a un porcentaje muy amplio de las poblaciones, de forma que podemos considerarlos como uno de los puntos centrales de la red de abastecimiento. Los objetivos del depósito son:

- Eliminar sobrepresiones de la red de distribución general.
- Aportar energía potencial al volumen de agua contenido
- Proteger en condiciones de consumo el volumen de agua contenido
- Acumular un caudal de consumo punta suficiente para las paradas de mantenimiento

Este último punto es probablemente el más importante, en los casos de averías o paradas de mantenimiento programadas en secciones de la red entre el propio depósito de cabecera y las fuentes de captación, el volumen acumulado en el depósito debe ser suficiente para abastecer de forma autónoma los puntos de consumo, hasta que se restablezca el servicio desde las fuentes de captación.

DEPÓSITOS DE ACUMULACIÓN: ACUMULACIÓN DESCENTRALIZADA

Pueden darse diseños de red de abastecimiento que en lugar de acumular el volumen de suministro de forma centralizada, lo hagan en varios depósitos de acumulación independientes que den servicio a zonas parciales de los núcleos de población.

Estos depósitos cumplen con los mismos requisitos que los depósitos de cabecera pero sólo dan servicio a zonas mucho más reducidas.

Es habitual encontrar este tipo de depósitos en zonas montañosas donde entre las fuentes de captación y las redes de suministro local hay mucha distancia. Suelen ubicarse en el recorrido de los conductos de abastecimiento principales que van desde la ETAP al depósito de cabecera principal, para optimizar el diseño.

Este tipo de configuraciones es más habitual en el caso de redes de agua que dan servicio de forma mancomunada a varios municipios y se distribuyen de tal forma que optimicen el consumo de energía en distribución y el suministro de todos los puntos de servicio.

Autoevaluación

¿la mejor red de captación es aquella que es unitaria?

Verdadero Falso

Falso

No existen soluciones correctas ni incorrectas en el diseño de las redes de captación, ya que dependen de las características geográficas en gran medida. Mientras una red diversificada puede ofrecer una mayor garantía de suministro, una red única puede suponer un menor coste de construcción y mantenimiento.

1.4.- Distribución.

La red de distribución es la encargada de dar el suministro de forma individual a todos los puntos de consumo. Distribuye y separa el caudal de servicio global en caudales individuales para cada punto de consumo. Su trazado y configuración es vital para garantizar el suministro de forma equitativa y también influye considerablemente en las operaciones de mantenimiento.

TUBERÍAS

Las tuberías o conducciones, son piezas modulares de diversos materiales de sección circular cerrada y disposición longitudinal. En su interior circula el agua y los conductos son capaces de contener un volumen concreto a una determinada presión. Hay muchos tipos de tuberías y su diseño y ejecución generalmente depende del material con el que están conformadas.

Al conjunto de todas las tuberías, lo llamaremos el trazado de la red. Esta red distribuirá el agua, hasta las acometidas privadas y está jerarquizada en varios niveles según la cantidad de puntos a los que se suministra. Las distintas secciones de la red van desde diámetros y espesores más grandes hasta los más reducidos de las acometidas privadas.

ELEMENTOS DE MANIOBRA, CONTROL Y REGULACIÓN

Son las piezas especiales que se instalan dentro del trazado de la red para poder realizar las distintas operaciones de corte, redistribución, regulación de caudal o presión etc...

Generalmente son piezas diseñadas para incorporarse mediante el sistema de unión estándar a la red de tuberías que dispongamos. Estas piezas especiales, suelen disponer de una maneta o palanca exterior desde las que se acciona el mecanismo interno y de unas piezas interiores vinculadas a este control exterior que son las que ejercen el efecto mecánico sobre el agua del interior de la tubería.

De forma general estos dispositivos permiten retener una parte o la totalidad del caudal interior de la tubería, disminuyendo o cortando completamente el caudal de suministro; purgar los fluidos no deseados, como el aire; ofrecen puntos de vaciado, o permiten ejecutar mantenimientos desviando el caudal de agua hacia rutas alternativas.

ELEMENTOS DE MEDICIÓN

Los elementos de medición tienen por objeto el control de distintos parámetros relacionados con el agua que discurre por el interior de las tuberías. Generalmente miden caudal, presión, temperatura y velocidad.

Estos elementos están vinculados a los sistemas de monitorización de las redes y frecuentemente cuentan con dispositivos de telecontrol y automatización que permiten la gestión de sus parámetros de salida de forma remota.

Estos dispositivos son más recientes que el resto de la red y frecuentemente están relacionados con la actualización y modernización de las redes de abastecimiento,

optimizando las operaciones de maniobra y mantenimiento de las mismas.

PUNTOS DE CONSUMO SINGULARES

Estos puntos de consumo suelen estar relacionados con necesidades puntuales con carácter urgente de suministro de agua, como pueden ser los hidrantes para extinción de incendios. La diferencia con el resto de acometidas es que no suelen contar con mecanismos de control de caudal o de medición que puedan ralentizar el suministro del caudal.

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Son habitáculos construidos alrededor de puntos singulares de la red de distribución con amplitud suficiente para garantizar las operaciones de mantenimiento y mejora necesarias en el elemento de la red que encierran en su interior.

Pueden ser de obra o prefabricados y generalmente se colocan allí donde hay un elemento de maniobra, regulación o control, o en codos y ángulos de la red de tuberías, donde se prevé que puede haber problemas con el piecerío. Su objetivo es el de garantizar la accesibilidad y protección de los elementos contenidos.

ACCESORIOS

Se trata del conjunto de piezas auxiliares que facilitan la unión entre las distintas partes de la red de abastecimiento, tales como manguitos de unión, piezas de derivación, entronque o ángulos, bridas de acoplamiento y demás.

1.5.- Consumo.

Los puntos de consumo individuales, al igual que el resto de la red de abastecimiento quedan regulados según las ordenanzas municipales, pero por norma general se ejecutan mediante dos arquetas de registro, una exterior en la vía pública y otra interior en el propio edificio. Este dispositivo se conoce como acometida y se ejecuta uno para cada parcela urbana.

La acometida consta de la parte pública, instalada en terreno del viario público y de la parte privada, instalada dentro de la parcela.

- La parte pública suele ir soterrada y cuenta con una arqueta de registro, generalmente el diseño de la tapa de la arqueta indica que se trata de un punto de suministro. Estas arquetas contienen en su interior una llave de corte con dos posiciones, abierta o cerrada, que se acciona con una llave T desde el exterior. Todo el conjunto está instalado enrasado con el pavimento del viario público y a poca distancia del límite de la parcela.
- La parte privada es de configuración variable y puede estar soterrada y contenida en una arqueta de registro, encastrada en una pared en un armario de registro, o vista dentro de algún espacio de acceso controlado del edificio y contiene una segunda llave de corte con dos posiciones, abierto o cerrado.

Las acometidas pueden según la ordenanza reguladora contar con la parte pública y la privada o sólo con la pública, especialmente en edificios anteriores al 2008 y la implantación del CTE, además es frecuente en trazados antiguos de abastecimiento, previos a las actualizaciones de muchas ordenanzas, que no haya una única acometida para un conjunto de parcelas.



2.- Secciones de la Red.

Caso práctico

Siguiendo con su conversación Miren necesita algo de ayuda más concreta. Que la red se iba a componer de tramos de tubería que conectaban los principales elementos con la red, estaba claro, pero,

¿cómo se supone que va a decidir qué tipo de trazado para cada sección de la red?

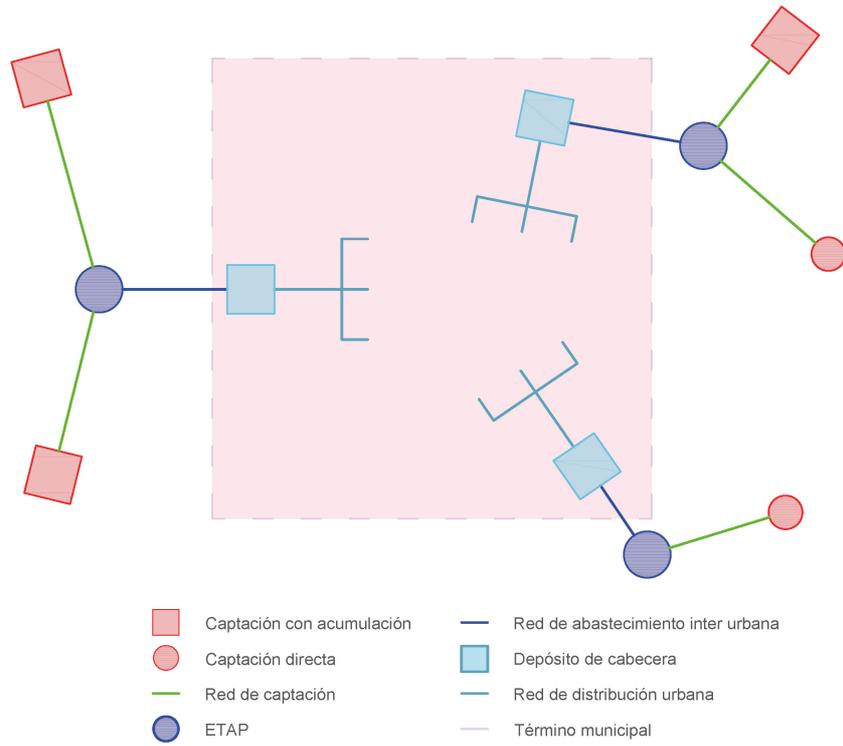
- Mire Javier, que se trataba de unir con rayas los elementos estaba claro. Pero no sé cuál es la mejor solución.
- Dime, hemos quedado que había dos fuentes de captación no?
- Sí
- Y dices que son, del freático y del Canal de Navarra. Están ubicadas en el mismo enclave
- No, de hecho están enfrentadas y con la ciudad en medio.
- Pues está claro que tu red interurbana debe ser doble, y seguramente las Estaciones de Tratamiento también no?
- Puede que tengas razón. Entonces parece que la mejor opción es un esquema descentralizado, y sobre el depósito de cabecera, con el tamaño del proyecto no veo necesario más de uno....

¿cómo organizarías el trazado de una red de abastecimiento?

[Red de abastecimiento de una gran ciudad](#)

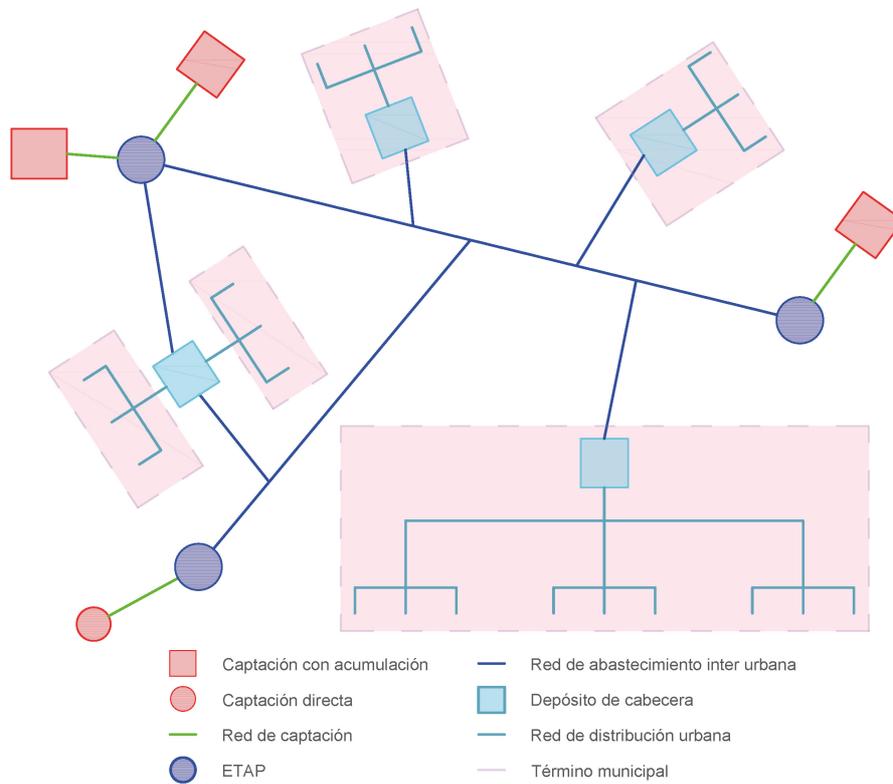
[Red de abastecimiento mancomunada para varios municipios](#)

Red de abastecimiento de una gran ciudad



Odei Olalde ([CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))

Red de abastecimiento mancomunada para varios municipios



Odei Olalde ([CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))

Para saber más

¿te imaginas la envergadura de un sistema de abastecimiento de agua para una de las grandes megalópolis de la actualidad?

En el vídeo se puede ver cómo se abastece de agua la Ciudad de México en México DF

https://www.youtube.com/embed/5t0FCpjl_DQ

Vídeo sobre el abastecimiento de agua de Ciudad de México

2.1.- Red de captación.

Una vez vistos los componentes del esquema de la red de distribución, es importante comprender cómo se sectoriza la red y cuáles son los esquemas de distribución de cada sección.

Con carácter general la red contará con cuatro secciones bien definidas: red de captación, red de distribución interurbana, red de acumulación y regulación y red de distribución urbana.

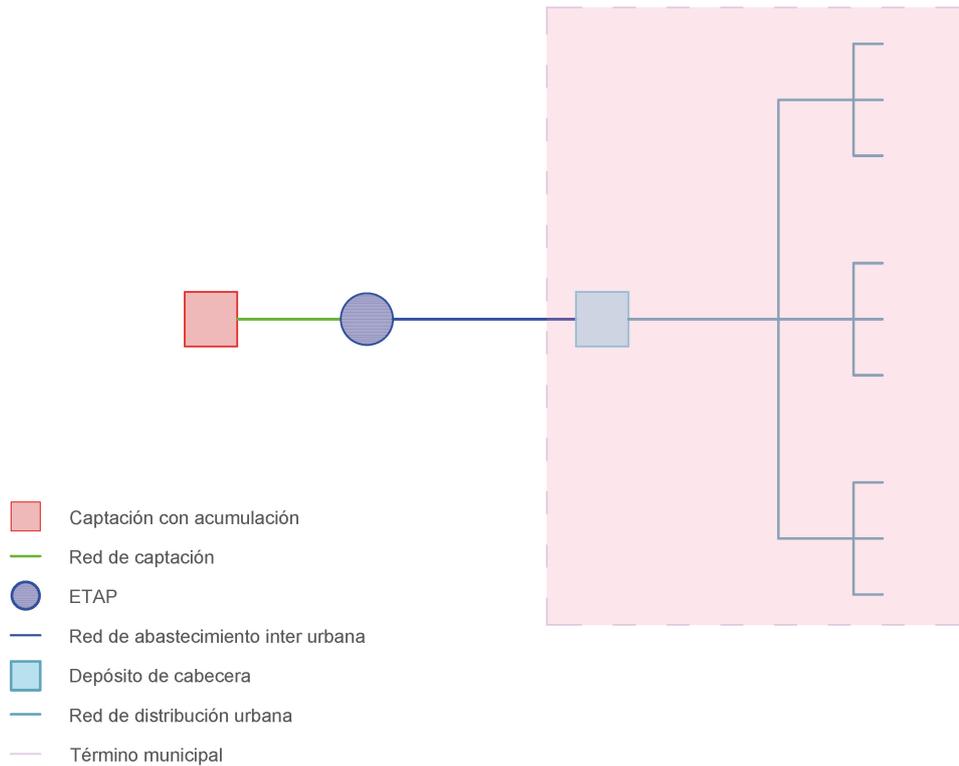
En el caso particular de España donde sólo unas pocas ciudades sobrepasan el millón de habitantes, lo más habitual es que las redes de distribución abarquen muchos kilómetros y den suministro de forma mancomunada a varios municipios. Esto queda gestionado como hemos mencionado en la primera unidad por las Mancomunidades de Servicio, presentes en la práctica totalidad de los casos, ya que incluso en las grandes ciudades el servicio suele englobar a varios términos municipales, aunque el trazado es totalmente urbano, ya que no existe suelo rústico entre las distintas demarcaciones urbanas.

[Captación única](#) [Captación diversificada](#)

Captación única

En una red de captación única el caudal de suministro lo garantiza una única fuente de abastecimiento. Este tipo de redes cuentan con la ventaja principal de que son más fáciles de ejecutar pero tienen la desventaja de que si el suministro falla se agota el agua.

Generalmente se aplica en lugares donde hay muy poca demanda de agua, o cuando disponemos de una infraestructura que garantiza un volumen de acumulación de agua muy grande independientemente de la estacionalidad.



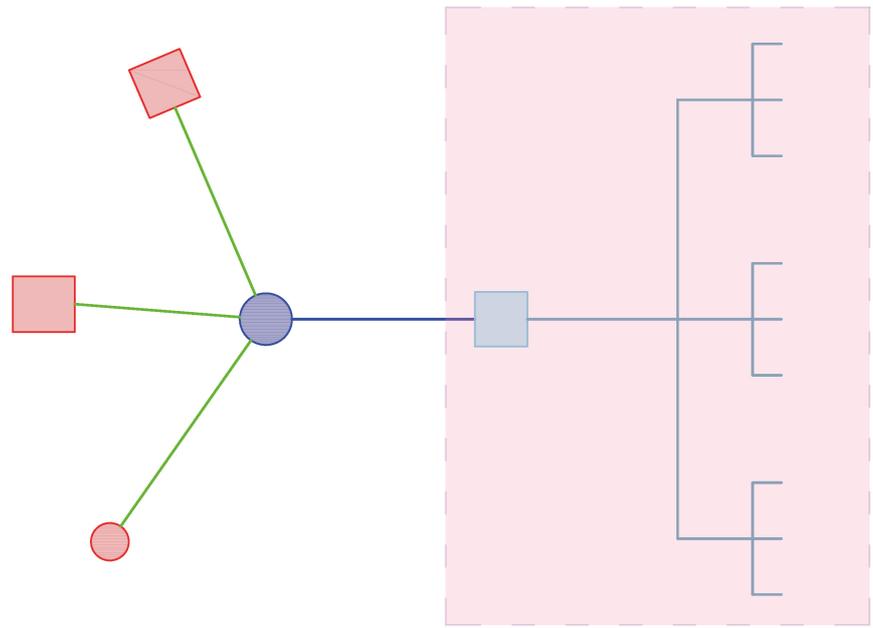
Odei Olalde ([CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))

Captación diversificada

Es el esquema más habitual, ya que en la mayoría de los casos la captación de agua en los núcleos urbanos se remonta al siglo XIX, y con frecuencia las primeras fuentes utilizadas no suelen aportar suficiente caudal, por lo que se buscan nuevas fuentes pero se siguen manteniendo las antiguas, dando como resultado un aporte combinado de caudales.

Este tipo de fuentes tienen un mayor coste de ejecución y mantenimiento, pero la ventaja de disponer de diferentes aportaciones de caudal y por lo tanto una mayor garantía de suministro.

Las captaciones diversificadas son más habituales allí donde el suministro lo gestiona una Mancomunidad que da servicio a varios núcleos poblacionales, dada la mayor necesidad de agua en su conjunto y el área geográfica abarcada.



- | | | | |
|---|---------------------------|---|------------------------------------|
|  | Captación con acumulación |  | Red de abastecimiento inter urbana |
|  | Captación directa |  | Depósito de cabecera |
|  | Red de captación |  | Red de distribución urbana |
|  | ETAP |  | Término municipal |

Odei Olalde ([CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))

2.2.- Red de distribución interurbana.

La red de distribución interurbana comienza en la ETAP y termina en los depósitos de cabecera. Su función es transportar el agua potabilizada desde las ETAP, hasta los diferentes depósitos de cabecera o distribución.

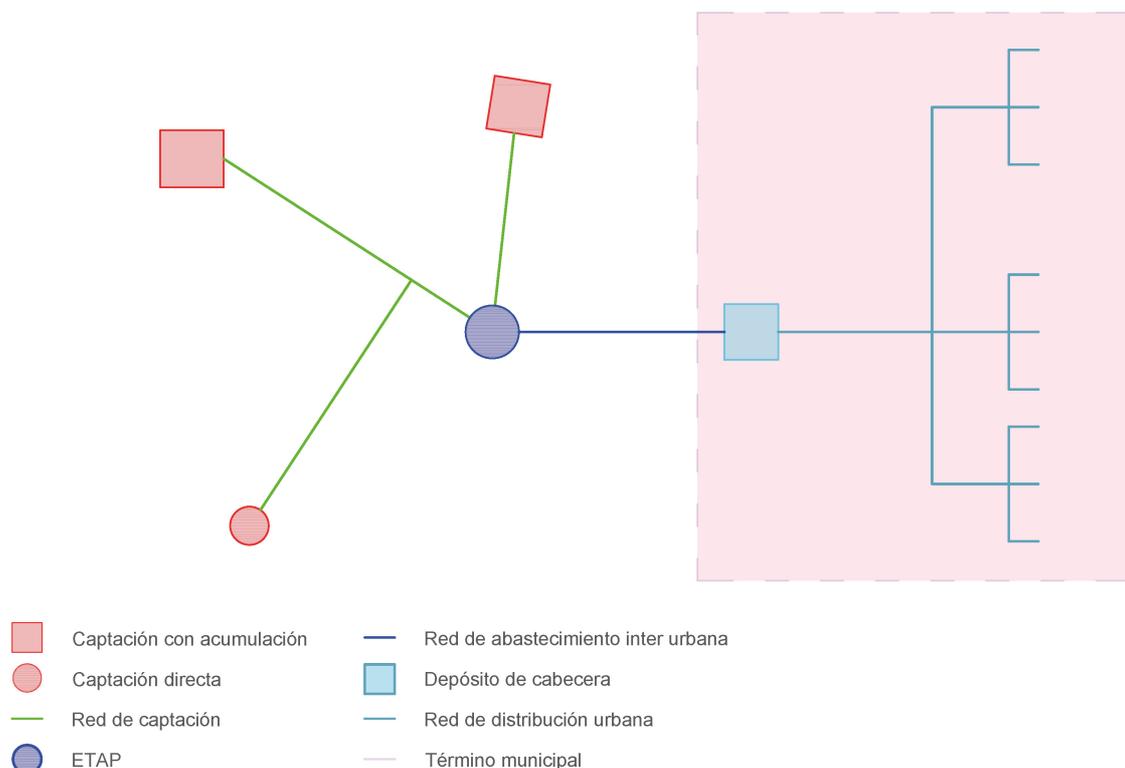
Dependiendo de si el esquema de distribución de la red es centralizado o descentralizado, podemos encontrar redes de distribución interurbanas exclusivamente dentro de suelo urbano o fuera y dentro de suelo urbano.

REDES CENTRALIZADAS I RED CENTRALIZADA II: Red de servicio múltiple

RED CENTRALIZADA III: Red de servicio único REDES DESCENTRALIZADAS

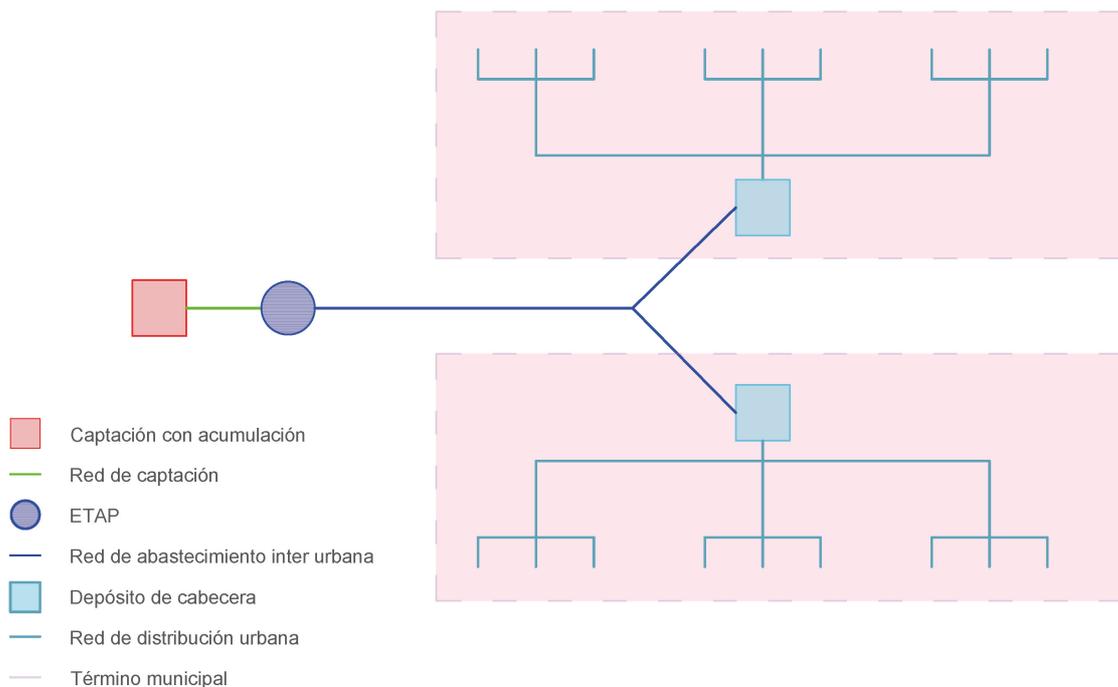
REDES CENTRALIZADAS I

En casos de redes centralizadas, la red interurbana suele constar de un único trazado de abastecimiento. Estos casos se dan cuando contando con una única fuente de suministro, o con varias fuentes de suministro, todas las secciones de la red de captación se juntan antes de llegar a la ETAP. De esta forma la ETAP queda al principio de la red de distribución interurbana y desde allí se distribuye en un único conducto toda el agua potabilizada.



RED CENTRALIZADA II: Red de servicio múltiple

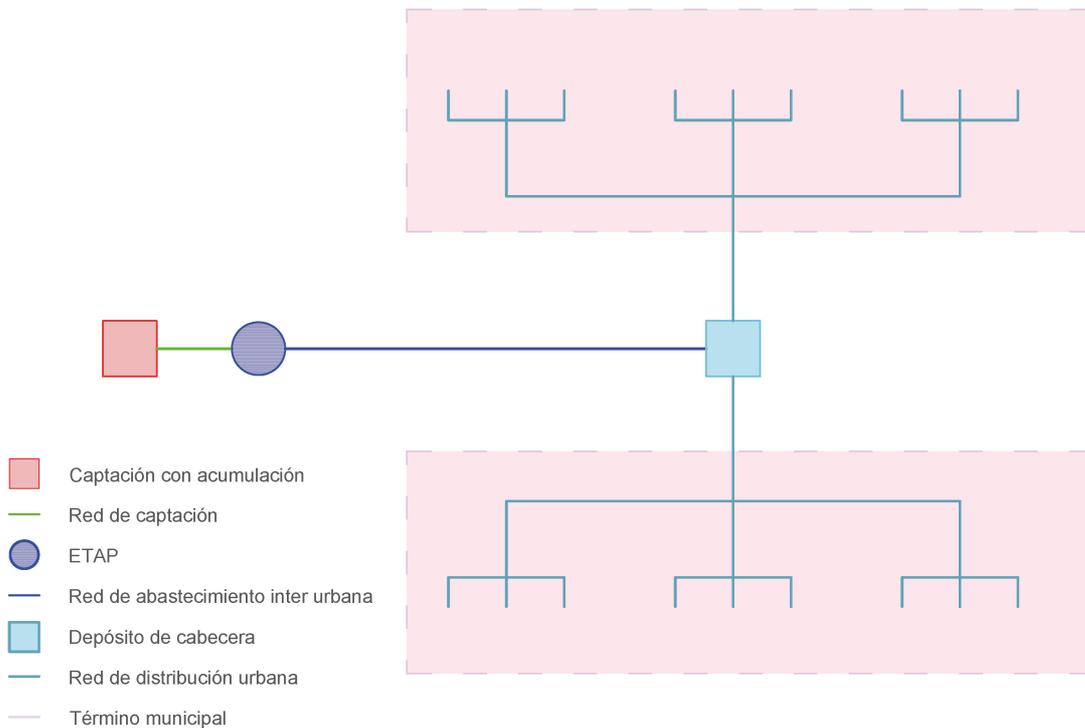
Este tipo de redes se configuran con una única ETAP, pero con varios depósitos de cabecera. En estos casos el conducto principal de abastecimiento que sale de la ETAP se ramifica hacia diferentes ubicaciones. Por norma general esto ocurre cuando la distancia entre la ETAP y los puntos de consumo es muy grande, ya que en esos casos resulta más útil descentralizar los depósitos de cabecera. También ocurre cuando la misma ETAP da servicio a diferentes municipios en un área geográfica extensa



Odei Olalde ([CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))

RED CENTRALIZADA III: Red de servicio único

Este tipo de red se configura con una única ETAP y un único depósito de cabecera, y desde este depósito, generalmente en suelo urbano ya, se distribuye el agua a los puntos de consumo.



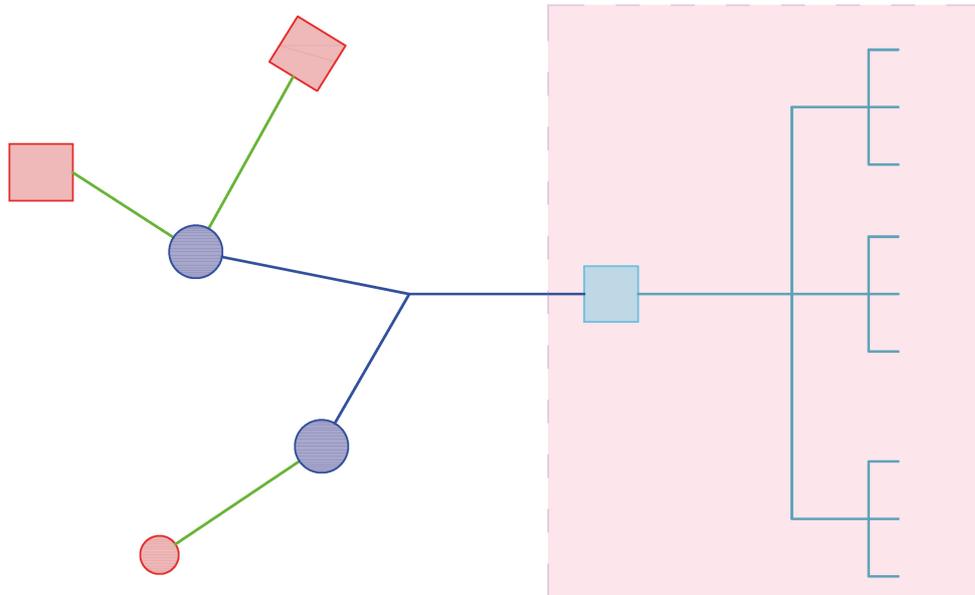
Odei Olalde ([CC BY-NC-SA](#))

REDES DESCENTRALIZADAS

Las redes descentralizadas quedan configuradas cuando disponemos de varias fuentes de captación que dan servicio a un mismo grupo de consumo y están distantes entre sí. En este caso las redes de captación no se unen antes de llegar a la ETAP, sino que hay una ETAP para cada red de captación y desde allí una red interurbana diferente hasta cada depósito de cabecera.

En este caso las configuraciones son muy variadas, ya que puede haber según la distribución geográfica de las diversas fuentes de captación, mejores o peores estrategias. En términos generales se deben considerar los siguientes criterios de diseño:

- Coste de materiales en relación a la extensión del trazado
- Aprovechamiento de energía potencial en la distribución de agua
- Minimización del consumo de energía para bombear
- Eficiencia en la operación y el mantenimiento de la red



- | | | | |
|---|---------------------------|---|------------------------------------|
|  | Captación con acumulación |  | Red de abastecimiento inter urbana |
|  | Captación directa |  | Depósito de cabecera |
|  | Red de captación |  | Red de distribución urbana |
|  | ETAP |  | Término municipal |

Odei Olalde ([CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))

2.3.- Red de distribución urbana.

La red de distribución urbana, comienza en el depósito de cabecera o acumulación y termina en las acometidas individuales o singulares, que dan servicio a los puntos de consumo.

Con carácter general, estas redes discurren por suelo urbano en su práctica totalidad. Su función es garantizar un caudal y una presión de suministro entre un mínimo y un máximo. Estos parámetros han de estar controlados perfectamente, puesto que las redes internas de los puntos de consumo se dimensionan garantizando una presión admisible máxima, y un caudal y una velocidad de circulación adecuados que eviten resonancias de los conductos.

Es importante considerar que el trazado de la red urbana de abastecimiento está directamente relacionado con el trazado viario y los espacios públicos urbanos, ya que para facilitar su accesibilidad discurre por lo general por espacios públicos. En el caso de que una red de uso comunitario discurra por un espacio privado esto suele conllevar una servidumbre de paso y acceso sobre este espacio privado.

Según el esquema de las redes de distribución se pueden dar las siguientes disposiciones:

[Red mallada](#) [Red ramificada](#) [Red mixta](#)

Red mallada

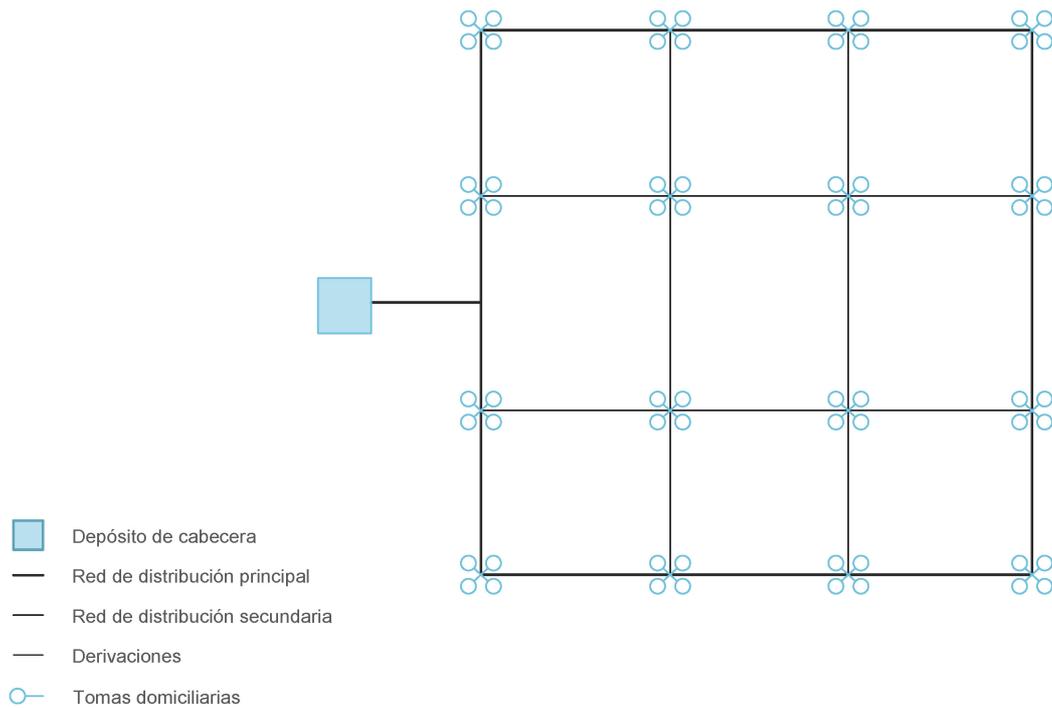
La red mallada dispone de un flujo de agua circular donde todas las derivaciones de las acometidas individuales están conectadas entre sí. Esto es particularmente útil si lo que se pretende es garantizar el suministro independientemente de que sea necesario cortar tramos específicos de la red por avería o mantenimiento programado. Al contar todas las derivaciones individuales con varios ramales de suministro de la malla, es muy improbable que el suministro quede interrumpido.

Ventajas:

- Garantía de suministro estable
- Mayor flexibilidad de mantenimiento y operación

Desventajas:

- Mayor coste de ejecución y gasto de material
- Mayores afectaciones en el viario urbano



Odei Olalde ([CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))

Red ramificada

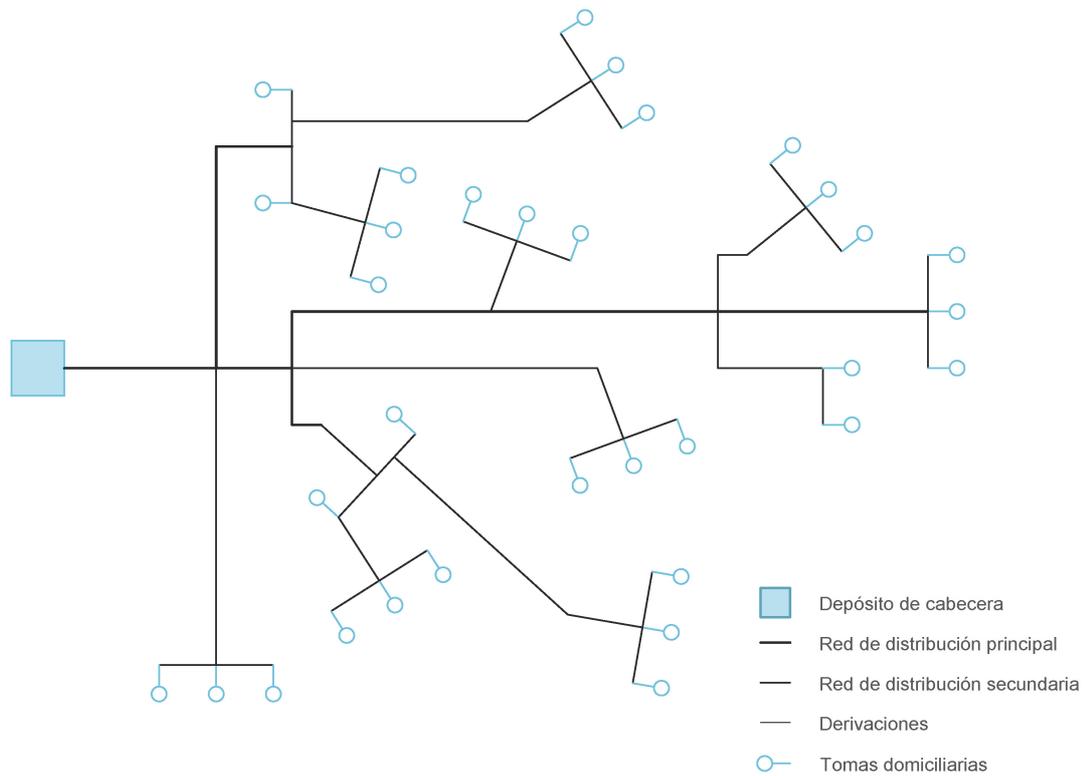
La red ramificada sigue un esquema arborescente donde los diferentes ramales que se bifurcan no tienen conexión entre ellos, estableciéndose un único recorrido de suministro para cada derivación individual. Este tipo de redes son menos flexibles pero más económicas

Ventajas:

- Mayor simplicidad de construcción
- Menor longitud de trazado y por consiguiente de mantenimiento

Desventajas:

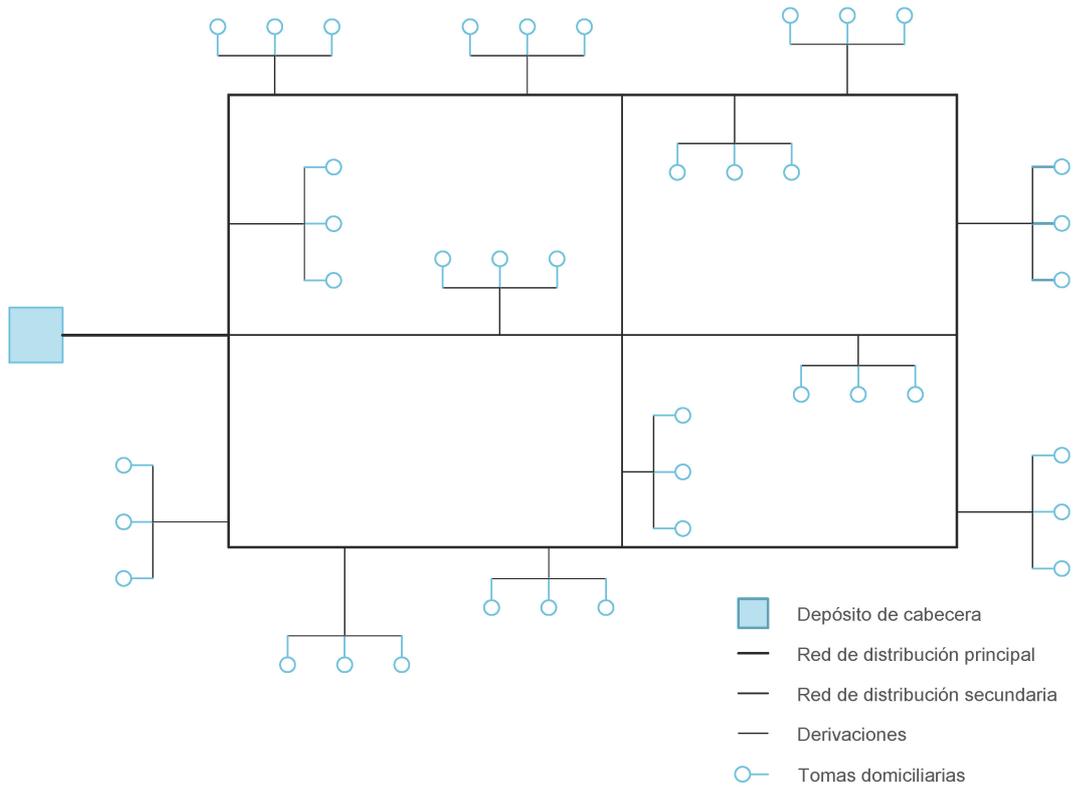
- Menor garantía de suministro en caso de obras de reparación y mantenimiento
- Menor flexibilidad y adaptabilidad de crecimiento



Odei Olalde ([CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))

Red mixta

Las redes mixtas cuentan con un sistema de abastecimiento principal en forma de red mallada y un sistema de abastecimiento secundario en forma de red ramificada. Se trata de una distribución muy eficiente y versátil, la red principal garantiza el suministro de varias redes ramificadas y la posibilidad de crecimiento y adaptación de la propia red, mientras que la red ramificada local busca un mayor rendimiento económico.



3.- Clasificación de redes: conducción por gravedad y bombeo.

Caso práctico

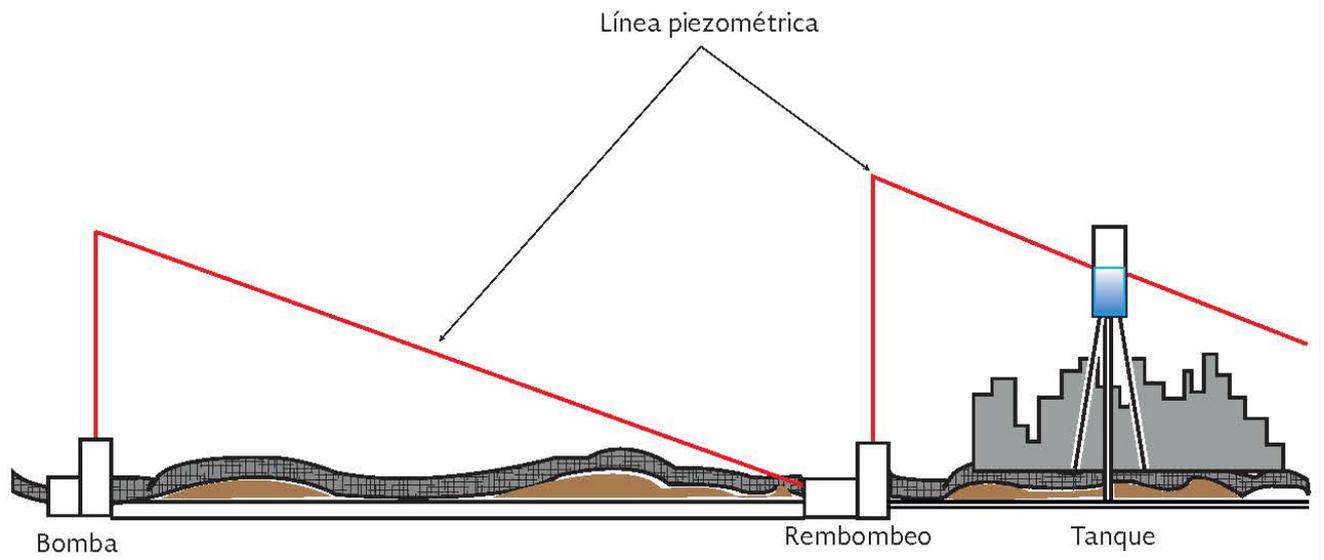
Miren ya ha escogido su trazado. Se ha decantado por un trazado descentralizado con dos estaciones de tratamiento de aguas con líneas de tratamiento diferenciadas para el agua del freático y del canal. Luego las redes interurbanas llegan hasta la colina del este de la Eco Ciudad y allí se ubica en alto el depósito de aguas principal., clásico pero efectivo.

- Oye Javier, creer que necesitaremos estaciones de bombeo y varios depósitos?
- Depende, no creo que necesites más de un depósito para un proyecto de este tamaño, pero siempre y cuando lo puedas ubicar en alto, claro.
- Lo sé tenía pensado ubicarlo en una colina a pocos metros de la Eco Ciudad
- Esa podría ser una buena solución. Has oído hablar de la energía potencial?

¿cómo harías para que en todos los grifos de la ciudad hubiera presión?

El tipo de distribución de una red depende del tipo de energía que utilizamos para dar presión al caudal de servicio, si el caudal se obtiene por la energía potencial que aporta la gravedad será una distribución por gravedad, si es necesario el consumo de energía eléctrica para dar impulso al agua será una distribución por bombeo. También existen las distribuciones mixtas.

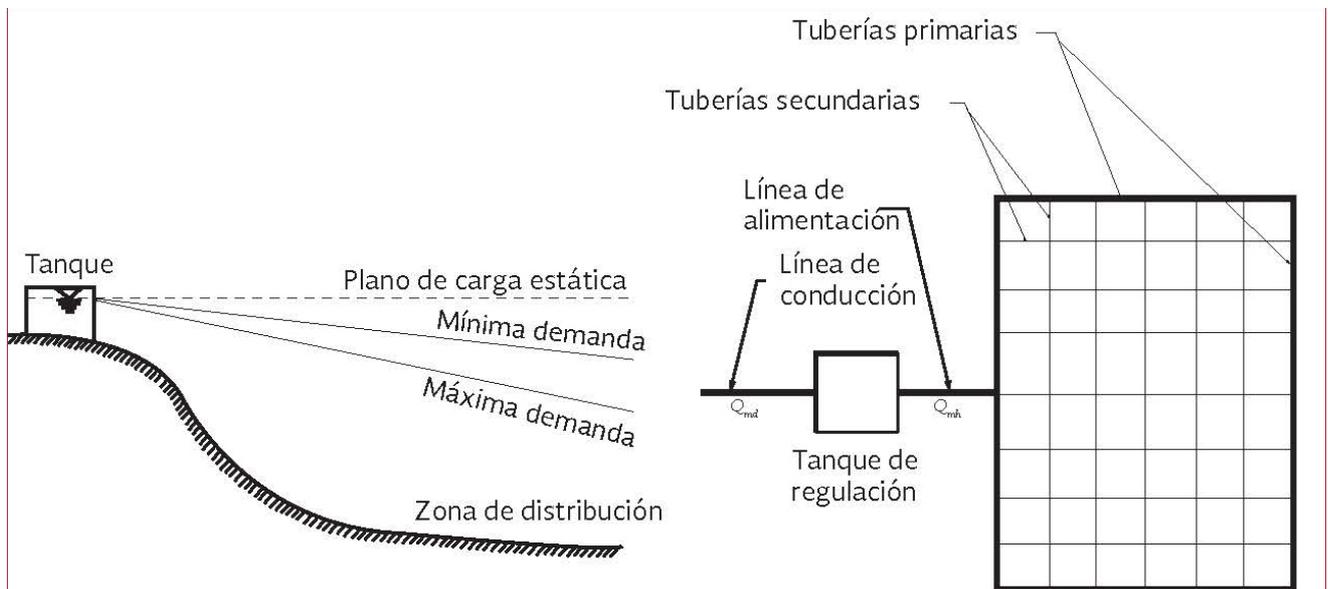
El objetivo final es que en todos los puntos de consumo se dé la presión óptima de servicio, esto generalmente se conseguirá siempre por acumulación de energía potencial gracias a la diferencia de altura existente entre el depósito donde se acumule el agua y el punto de consumo. La norma general será ubicar el depósito más alto que el punto de consumo, de forma que el propio volumen de agua del depósito aporte el empuje necesario para garantizar la presión en el punto de consumo.



3.1.- Conducción por gravedad.

En las conducciones por gravedad se aprovecha la diferencia de altura desde la parte inicial de la red de abastecimiento, en un punto sobre elevado, hasta la parte baja, donde se produce el consumo. Esta diferencia de altura, unida al fenómeno de los vasos comunicantes, hace que el agua tienda a igualar la presión entre los dos puntos de red, generando una impulsión en la parte baja, que no es más que el peso producido por el agua en la parte alta a causa de la gravedad. Seccionando el sistema en la parte baja conseguimos un punto de suministro donde se acumula la presión.

Este sistema es muy eficiente si la red está dimensionada adecuadamente, pero evidentemente la fuerza del rozamiento interno de las paredes de la tubería hace que se produzcan pérdidas de carga. Al mismo tiempo las válvulas y elementos auxiliares de la red, producen grandes pérdidas de carga, por lo que es un sistema que no suele ser suficiente por sí mismo para garantizar la presión de suministro.



3.2.-Conducción por bombeo.

Las conducciones por bombeo pueden darse de dos formas, directamente a la red de agua, o bombeando el agua a un depósito desde el que luego por energía potencial generará la presión suficiente.

Bombeo directo a red

El bombeo directo a red se hace sin depósito de acumulación. Las bombas se abastecen directamente a la red, tomando agua de la propia red en su entrada y aportando presión al agua en su salida de nuevo directamente a la misma red de distribución.

Las bombas deben diseñarse para el gasto máximo horario de caudal en el día de máxima demanda estudiado de la muestra del comportamiento de la red. Este diseño es sencillo de ejecutar pero es menos deseable que otros diseños porque la interrupción del suministro de las bombas supone la interrupción directa del abastecimiento.

Al variar el consumo de la red, la presión en la misma varía. Así, al considerar esta variación, se requieren varias bombas para proporcionar el agua cuando sea necesario.

Las variaciones de la presión suministrada por las bombas se transmiten directamente a la red, lo que puede aumentar el gasto perdido por las fugas.

Bombeo de red a un depósito de almacenamiento

En este caso las bombas se abastecen directamente de la red de agua y bombean el caudal a un depósito de acumulación. Este depósito estará ubicado cerca de la red local a la que abastezca y desde allí distribuirá el agua por gravedad.

Cuando el depósito de almacenamiento está lleno una boya situada en su interior hace parar las bombas, de este modo podemos regular de forma variable el volumen de agua que debe haber contenido en el depósito. Este sistema es mucho más estable que el anterior, ya que dimensionando correctamente el volumen del depósito se cuenta con una acumulación de agua que puede seguir dando servicio incluso aunque las bombas dejen de funcionar.

Sigue teniendo la desventaja de que las bombas deben adaptarse a las circunstancias concretas de presión y caudal en la red de abastecimiento, lo que a menudo hace necesario duplicar equipos e instalar bombas de caudal o presión variable.

Bombeo desde depósito rompedor a red

En este caso la bomba se abastece desde la parte inferior de un depósito de almacenamiento, conocido como depósito rompedor, que a su vez se abastece de la red de distribución. Al alimentar a la bomba de forma indirecta, las condiciones de caudal, presión y velocidad a las que trabaja el grupo de bombeo son estables.

La salida de la bomba está conectada directamente a la red de abastecimiento, por lo que las bombas deben funcionar continuamente o el suministro se verá interrumpido. Al mismo

tiempo el sistema sólo puede funcionar si el depósito rompedor está suficientemente lleno, por lo que se debe dimensionar el depósito de acuerdo a la capacidad de reacción y trabajo de la bomba con el caudal de hora punta de servicio más desfavorable.

Bombeo de depósito a depósito

En este sistema, el más complejo, la bomba se abastece indirectamente desde un depósito rompedor y en lugar de dar servicio directo a la red, bombea el agua directamente hasta otro depósito de almacenamiento, ubicado en un punto más alto que el de consumo, desde donde se distribuye por gravedad.

Este sistema es el que más garantías de suministro da a la red puesto que incluso cuando la red que alimenta a las bombas pueda estar interrumpida, el sistema cuenta con la entrada de agua del depósito rompedor, que además, dará las condiciones de trabajo ideales para las bombas. Tras impulsar el agua, ésta se almacena en otro depósito desde el que se distribuye por gravedad, por lo que incluso si el equipo de impulsión falla puede garantizarse el suministro por un tiempo.

El principal inconveniente de este sistema es que es su elevado coste y el espacio que requiere, a lo que hay que añadir que la altura del depósito de almacenamiento final debe ser considerable para garantizar el servicio en un área extensa. No obstante este tipo de configuraciones de doble garantía, puede utilizarse en depósitos de cabecera principales que nutren a grandes extensiones de acometidas.

Reflexiona

¿Crees que una estación de bombeo consta únicamente de los equipos mecánicos necesarios?

<https://www.youtube.com/embed/8V1GlyvEjXo>

Video sobre la automatización de las estaciones de bombeo

4.- Componentes I: Tuberías.

Caso práctico

Miren ha conseguido aclarar muchos conceptos básicos para el diseño de la red de abastecimiento. Tiene claro que esquema plantear y cuáles serán los principales componentes. Pero ahora tiene un duda importante que resolver:

¿qué material usaremos para las tuberías?

No es un asunto menor. Por ella utilizarías Polietileno para todo, es una gran fan de los nuevos plásticos, pero hay mucho factores que considerar. Suena el teléfono:

- Buenos días, soy Luis Goicoechea, representante de Tube SL. Puedo hablar con Miren Irigoyen?
- Sí, soy yo.
- Mire, le llamo para hablarle de nuestras soluciones para redes de abastecimiento en tubería de acero, me consta que está usted diseñando...
- Sí, es usted el cuarto que llama....

¿cómo escogerías el mejor tipo de tubería para tus redes?

Las tuberías se componen de dos o más tubos ensamblados mediante un sistema de unión que permite la conducción de un fluido por su interior. Se fabrican en diversos materiales y configuraciones y a la hora de seleccionar el material y tipología de tubería se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Resistencia mecánica:** la tubería debe ser capaz de conservar su integridad y estanqueidad relativas en las diferentes situaciones de montaje y construcción del trazado. Las principales fuerzas a las que hace frente son, cargas internas, la presión hidrostática del propio caudal; y cargas externas, en tuberías enterradas el peso del material de relleno de las zanjas donde se alojan; por otro lado se deben tener en cuenta los agentes corrosivos, tales como sales minerales y corrientes de electrolitos.
- **Capacidad de conducción:** es el diámetro interior real que permite el paso del agua por su conducto, siempre se debe considerar el diámetro exterior y el diámetro interior. El diámetro interior determinará la capacidad de conducción y la resta del exterior y el interior determinará el grosor de las paredes de la tubería, lo que unido a su composición es determinante para las capacidades mecánicas de la misma. Además este aspecto está directamente relacionado con la rugosidad que el material presenta y por tanto con las pérdidas por fricción interna de presión en el caudal transportado.

- **Economía:** la mayoría de los sistemas de tuberías existentes hoy en día facilitan su montaje y ejecución gracias al alto grado de industrialización de las piezas de cada sistema, sin embargo el factor económico es fundamental para valorar los costes propios de la instalación, debidos al material que conforman las piezas, así como los costes derivados de su instalación, ya que según el material escogido es muy variable.
- **Facilidad de montaje y conexión y reparación:** es importante seleccionar un material acorde a la durabilidad y tiempo de revisión que prevemos para garantizar el máximo tiempo posible de vida útil de los conductos. Un ejemplo claro de esto son los conductos de acero inoxidable, mucho más caros que los de hormigón, pero a la vez mucho más duraderos, además en el acero se pueden ejecutar soldaduras y reparaciones sobre las propias piezas, mientras que en el hormigón suele ser necesario sustituir los componentes dañados, lo que eleva el coste de reparaciones.
- **Durabilidad y mantenimiento:** la durabilidad hace referencia a la vida útil del material, que es el tiempo durante el cual el material mantiene sus propiedades mecánicas y su estabilidad química, resistiendo corrosiones externas e internas y garantizando así la calidad del agua.
- **Capacidad de preservar la calidad del agua:** ningún material de los utilizados puede influir en la calidad del agua potabilizada, por lo que sus características químicas deben ser totalmente compatibles con el agua que transportan.

4.1.- Tuberías de plástico.

Se trata de materiales plásticos, en particular polietileno de alta densidad o PEAD. EL PEAD se presenta en rollos de tubería semi-rígida de largas longitudes, pudiendo establecerse con el fabricante una longitud según el proyecto. Los diámetros de la tubería pueden ir desde los 12 mm a los 1000 mm.

En el caso de las conducciones de PEAD, se ejecutan las uniones por termofusión, en estos casos se requieren trabajadores con una cualificación específica, para garantizar la correcta estanqueidad de la junta y su durabilidad



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 15 (CC BY-NC-SA)

Principales ventajas del PEAD :

- Hermeticidad, dada la poca porosidad del material, se trata de una tubería muy hermética
- Paredes interiores lisas, lo que resulta en una rugosidad muy baja en las caras interiores de las tuberías
- Resistencia a la corrosión, los materiales plásticos son resistentes a la corrosión química y electro-química, por lo no requieren de sistemas de protección adicionales, tales como forros o protecciones catódicas.
- Resistencia química. Son altamente resistentes a los ataques químicos del suelos agresivos o aguas interiores y en general a ácidos, álcalis y soluciones salinas. Presentan reacciones temporales ante la presencia de algunos hidrocarburos pero desaparecen tras la evaporación de los mismos. Además, al ser materiales inertes, no favorecen la proliferación de algas, hongos ni bacterias.
- Se trata de materiales con densidad muy baja, lo que facilita su transporte, instalación y montaje.
- Al tratarse de materiales con cierto grado de elasticidad, facilitan los replanteos de obra y los ensamblajes y montajes.
- Resistencia a la tensión. Buenas reacciones ante cargas externas accidentales, como sismos, y sobrepresiones internas
- Facilidad de instalación, pueden manejarse y cortarse en obra.
- No alteran la calidad del agua
- Rapidez de instalación. Al entregarse en rollos la longitud el tubo es siempre superior a las piezas de otros materiales, lo que elimina juntas y facilita la instalación.
- Existen piezas específicas para conectar este tipo de conductos a la mayoría de los demás sistemas, lo que posibilita la convivencia y el buen funcionamiento de este material con otros sistemas de tuberías.
- Termofusión. Las uniones se logran aplicando calor y soldando el material con herramientas específicas, esto evita la necesidad de piezas especiales para las uniones y garantiza la continuidad del material, eliminando materiales de junta o estanqueidad.
- Economía. Las excavaciones en zanjas son más reducidas y debido a los materiales y conexiones utilizadas se garantiza la estabilidad estructural sin necesidad de tantos soportes adicionales.

- Con un mantenimiento nulo su vida útil es de 50 años y 15 si se instalan a la intemperie.

Desventajas de PEAD:

- Mayor coste que las tuberías de otros materiales

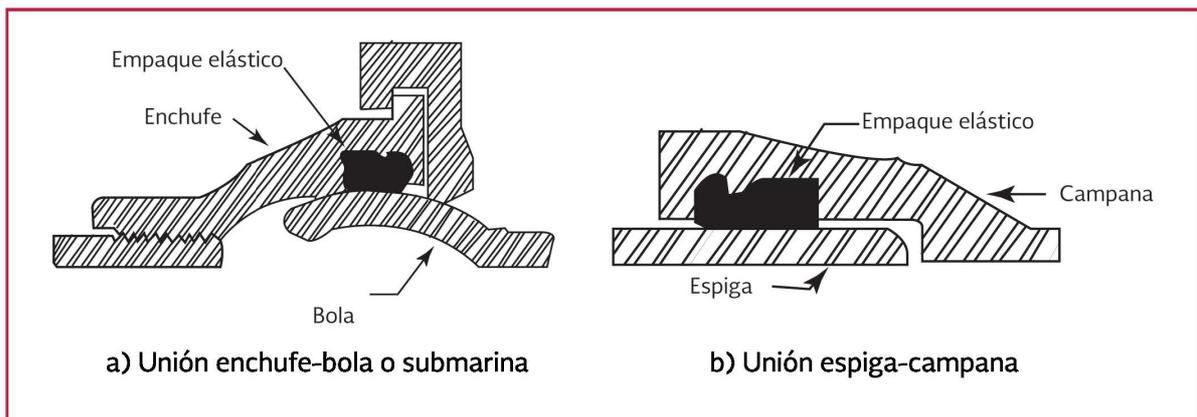
4.3.- Tuberías de hierro fundido.

La tubería de hierro fundido por colada y en menor medida por extrusión ha sido el material más frecuentemente utilizado desde el inicio de la instalación de sistemas de abastecimiento. Recientemente han sido reemplazados por otros sistemas más económicos o sencillos de instalar y mantener, pero se siguen utilizando en puntos singulares de la red donde se requiere de mayores resistencias al impacto o rigidez.

Se fabrican en dos tipos de materiales: hierro gris o fundición dúctil. Aunque en su mayoría la fundición dúctil está desplazando al hierro gris. Las tuberías de fundición se pueden unir mediante bridas, juntas mecánicas, uniones en enchufe-bola o uniones es espiga-campana con junta de estanqueidad.

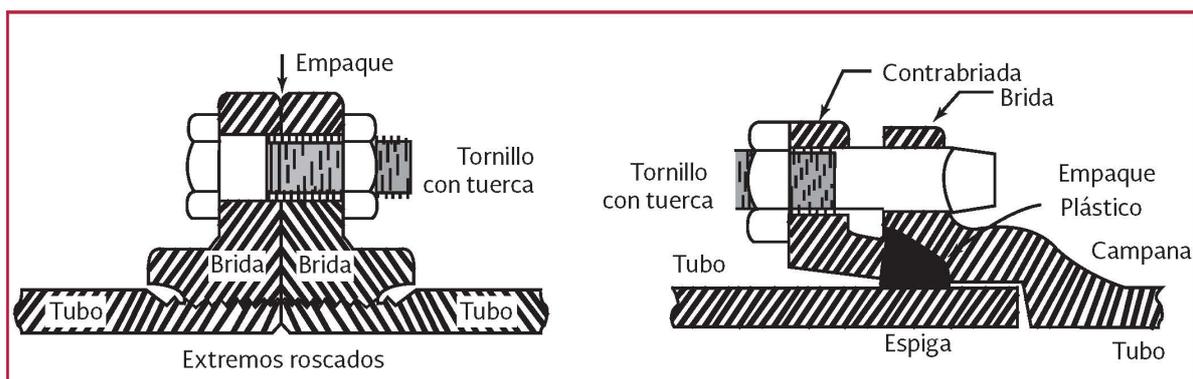
Unión espiga-campana y enchufe-bola Unión con brida

Unión espiga-campana y enchufe-bola



[CONAGUA, Gobierno de México. Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 19 \(CC BY-NC-SA\)](#)

Unión con brida



Principales ventajas de las tuberías de fundición:

- Vida útil. Es habitual encontrar instalaciones en funcionamiento con más de 200 años incluso. De forma general se puede asumir una vida útil de 100 años
- Alta resistencia mecánica. Presentan gran resistencia a impactos,cargas axiales ynormales, presión interna y cargas accidentales
- Alta resistencia a la corrosión, aunque es susceptible a la oxidación, requiriendo recubrimientos especiales para su mantenimiento.
- Muy bajo mantenimiento, siendo prácticamente inexistente
- El hierro dúctil puede ser soldado de forma económica y en el caso del hierro gris, aunque costoso, es viable hacerlo. La posibilidad de ejecutar soldaduras facilita la adaptación y reparaciones del trazado.

Principales desventajas de las tuberías de fundición:

- Puede sufrir corrosión química o electroquímica si no se protege en suelos ácidos o alcalinos y con el tránsito de aguas agresivas.
- Peso relativamente alto y difícil manejo en obra

4.4.- Tuberías de hormigón.

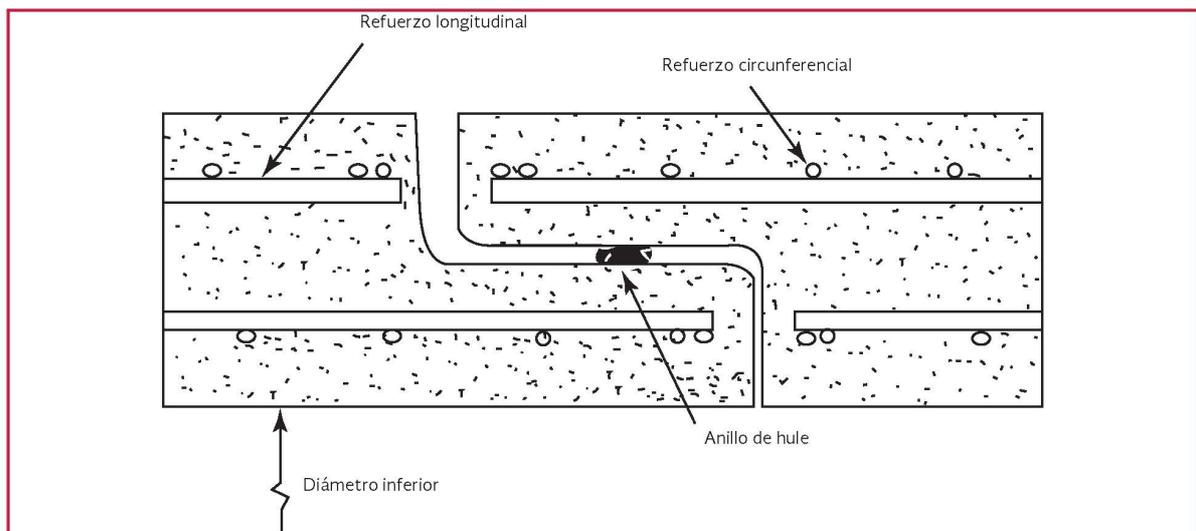
Se trata de piezas prefabricadas, normalmente de grandes dimensiones. Pudiendo fabricarse con hormigón armado pretensado, o con hormigón armado convencional, con o sin refuerzo de tubo de acero en ambos casos.

Se emplean habitualmente en secciones de la red de gran caudal y presión de trabajo, donde se requieren diámetros grandes y mucha resistencia mecánica. Se presentan en piezas de 4 a 8 metros de longitud y de diámetros entre los 760 y los 2750 mm, pudiendo realizarse encargos de fabricación específicos a medida.

Unión machihembrada en tubería de hormigón simple

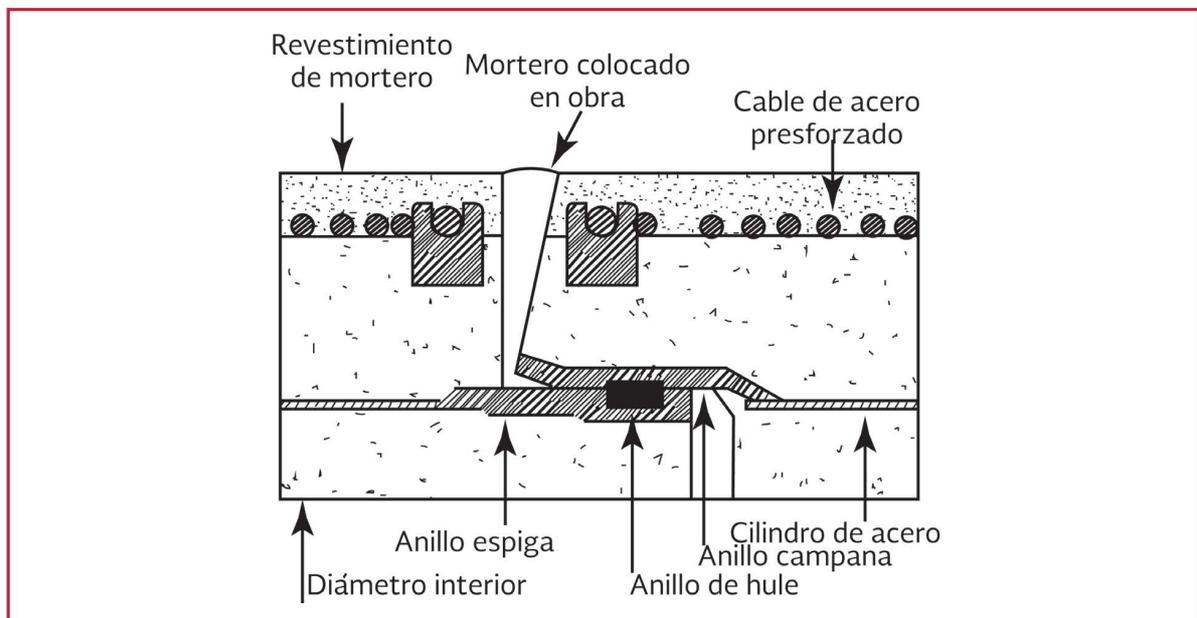
Unión machihembrada en tubería de hormigón reforzada

Unión machihembrada en tubería de hormigón simple



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 20 (CC BY-NC-SA)

Unión machihembrada en tubería de hormigón reforzada



[CONAGUA, Gobierno de México. Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 20 \(CC BY-NC-SA\)](#)

Principales ventajas de las tuberías de hormigón:

- Alta resistencia mecánica, especialmente a los rellenos de zanjas y las altas presiones internas
- Alta capacidad de conducción
- Larga vida útil
- Bajo mantenimiento

Principales desventajas de las tuberías de hormigón:

- Posible corrosión en ambientes ácidos o alcalinos
- Difícil reparación en casos de avería
- Dificultad de conexión dependiendo de los fabricantes. A veces no hay piezas específicas de unión.

4.5.- Tuberías del acero.

Al igual que las tuberías de hormigón se utilizan cuando se requieren grandes diámetros y el caudal presenta una alta presión. A diferencia de las de hormigón, que requieren de instalación soterrada en zanja, se pueden instalar vistas, lo que las hace mucho más registrables.

Se fabrican en distintos tipos de acero, dependiendo del diámetro y el tipo de servicio para el que se dispongan.

- Acero negro o acero al carbono. Estos tubos se presenta en diámetros pequeños entre los 50 y los 150 mm, y requieren de protecciones por recubrimiento. Cuando no requieren de recubrimientos internos, se pueden soldar y proteger por el exterior posteriormente.
- Acero galvanizado. Son iguales que las anteriores, pero vienen auto protegidas por una capa de zinc, tanto interno como externo. Estas tuberías no se pueden soldar porque la capa de protección se vería afectada.
- Acero inoxidable. Aunque en comparativa mucho más caro que la mayoría de los sistemas, el acero inoxidable es el material de mayor durabilidad que se fabrica en tuberías de abastecimiento. Permite soldaduras y no requiere de protecciones, tiene una vida útil extraordinariamente larga y pueden instalarse vistas, permitiendo registros completos. Además pueden trabajar en condiciones mecánicas y de presión mayor que la mayoría de los materiales.

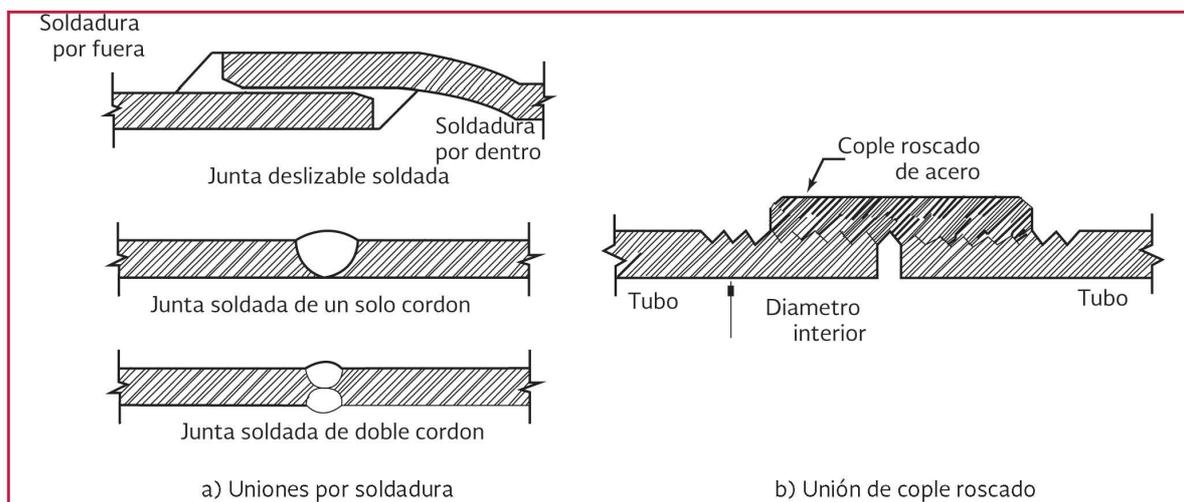
Se disponen de muchos tipos de juntas:

- Junta por Soldadura de un cordón
- Junta por soldadura de doble cordón
- Junta deslizante soldada
- Junta roscada por brida
- Juntas mecánicas

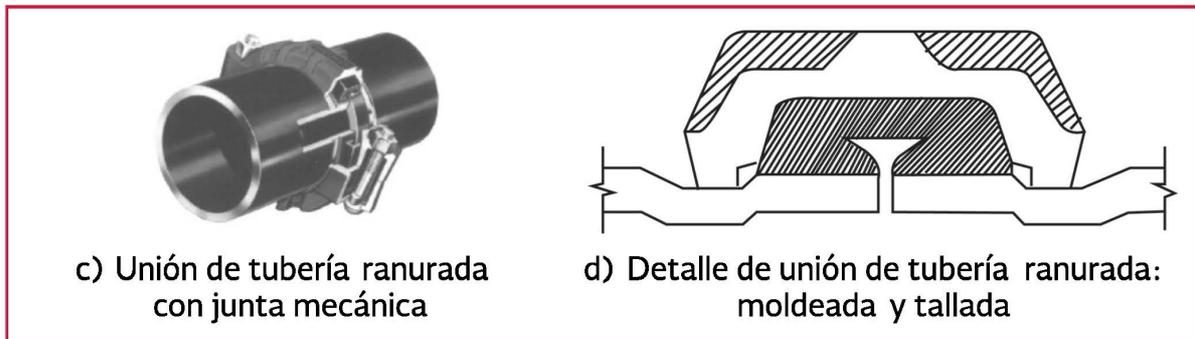
Unión por soldadura y brida

Unión por junta mecánica

Unión por soldadura y brida



Unión por junta mecánica



Principales ventajas de las tuberías de acero:

- Alta resistencia mecánica
- Relativa ligereza en comparación con el hierro fundido o el hormigón
- Fácil transporte e instalación

Principales desventajas:

- No soporta grandes presiones externas
- Presenta problemas de corrosión, salvo en el acero inoxidable
- En el caso particular del acero inoxidable, coste económico alto.

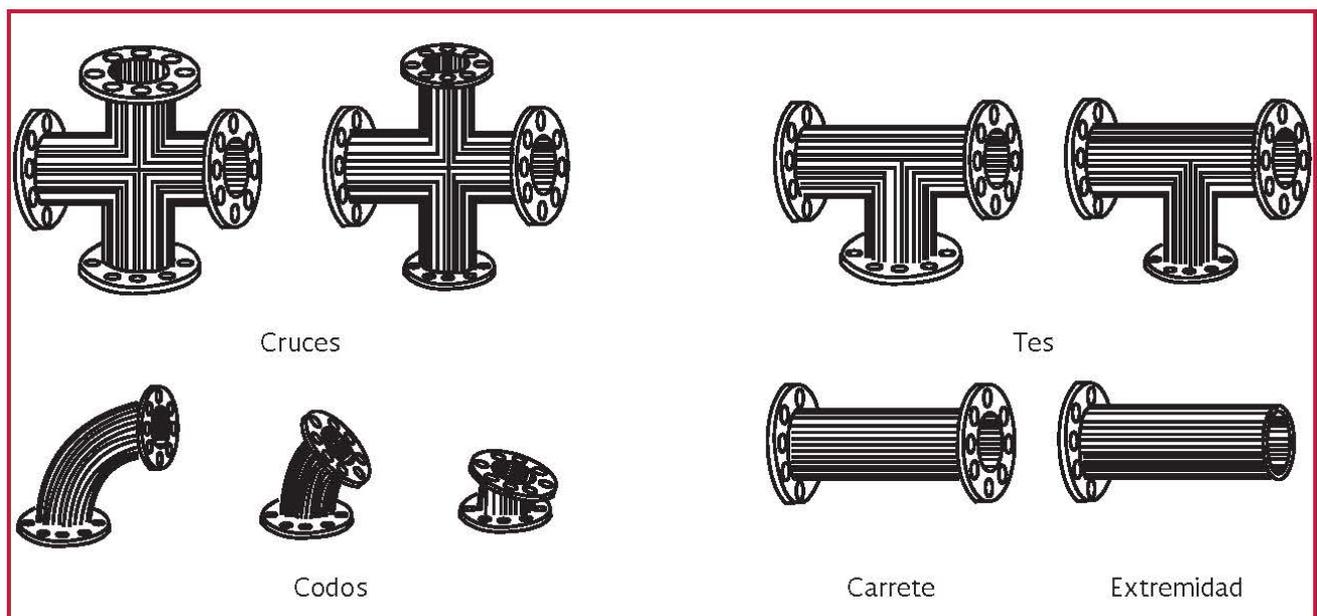
4.6.- Piezas especiales.

Se les llama piezas especiales a todos aquellos accesorios de la tubería que permiten formar cambios de dirección, ramificaciones e intersecciones, así como conexiones incluso entre tubería de diferente material y diámetros. También permiten la inserción de válvulas y la conexión con estaciones de bombeo y otras instalaciones hidráulicas.

En general, se dispone de piezas especiales fabricadas de: hierro fundido (con bridas, extremos lisos, campana-espiga), fibrocemento, PVC, polietileno, hormigón pretensado y acero. También se dispone de accesorios complementarios empleados para formar uniones como: juntas mecánicas (Gibault, universal, etc.), empaques y tornillos de acero con cabeza y tuerca hexagonal estándar.

Las piezas especiales de hierro fundido son las más empleadas y se fabrican para todos los diámetros de la tubería. Se conectan entre sí o con válvulas mediante bridas con tornillos y una junta intermedia, también pueden unirse a tubería de fibrocemento utilizando juntas Gibault. Incluso se fabrican, bajo pedido, piezas especiales de fibrocemento hasta de 150 mm, ya que su resistencia mecánica es baja en diámetros mayores.

Los fabricantes de tubería ofrecen entre sus líneas de productos, adaptadores para tubería de otros materiales, otros sistemas de unión o incluso tubos lisos que pueden ser unidos mediante juntas mecánicas.



[CONAGUA, Gobierno de México. Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 24 \(CC BY-NC-SA\)](#)

[Piezas de unión](#)

[Piezas de cruce](#)

[Piezas de derivación](#)

[Cono reductor](#)

Piezas de unión

Las piezas de unión consisten en secciones cortas de tubo que pueden acoplarse a tuberías lisas o con diferentes sistemas de unión por uno de sus extremos y presentan un extremo libre adaptado a distintos sistemas de uniones: juntas mecánicas, bridas atornilladas, juntas de goma a presión etc...

Piezas de cruce

Las piezas de cruce permiten uno o dos cruces alineados perpendiculares a la dirección normal del flujo, quedando agrupadas en piezas con forma de T, para una acometida perpendicular y piezas con forma de cruz para dos acometidas perpendiculares. Estas piezas se usan habitualmente para hacer derivaciones de una tubería principal hacia acometidas. También son fundamentales en la construcción de los by-pass.

Algunos fabricantes proporcionan además al mismo tiempo varios modelos de las piezas en las que varía el diámetro de salida de las derivaciones, siendo generalmente igual o menor que el del flujo principal.

Piezas de derivación

Las piezas de derivación son similares a las piezas de cruce pero con la excepción de que en este caso la acometida de una o dos derivaciones sobre la dirección principal del flujo se ejecutan en un ángulo no perpendicular al mismo. Estas piezas de derivación suelen disponerse en ángulos de 30°, 45° y 60° con respecto a la dirección principal, y pueden disponer de una o dos derivaciones enfrentadas sobre el eje principal.

Su principal ventaja es que ofrecen menos pérdidas de fricción y también permiten derivar el agua soportando menos presión, son empleadas para derivar o ramificar circuitos principales de agua. Su desventaja es que ocupan más espacio que las piezas de cruce.

Al igual que con las piezas de cruce el diámetro de salida de las derivaciones puede ser igual o ligeramente menor que el del flujo principal, lo que hace de estas piezas un recurso muy útil para ramificar y agilizar el montaje de la red.

Cono reductor

Los conos reductores son secciones cortas de tubería, preparadas para su acople en ambos extremos, bien por uniones de espiga-campana, bien bridadas con tornillos; cuya función principal es variar el diámetro del flujo principal de la tubería, reduciendo o ampliándolo. Se emplean cuando se prevé que el caudal vaya disminuyendo en tuberías ramificadas, generalmente después de una derivación o de una acometida.

Se resumen a continuación, las ventajas y desventajas de los diferentes materiales empleados en la conducción de agua potable, así como los diferentes sistemas de unión usuales y los diámetros nominales más empleados.

4.7.- Resumen de tuberías.

Tubería de PEAD

Tuberías de hierro fundido

Tuberías de hormigón pretensado

Tuberías de acero

Autoevaluación

¿a la hora de escoger el tipo de tubería que vamos a instalar en nuestra red priman exclusivamente los criterios económicos?

Verdadero Falso

Falso

Falso. Sin duda un factor muy a tener en cuenta es la durabilidad del material, si escogemos el sistema más barato, podemos estar generando graves problemas de mantenimiento o reducir la durabilidad de la instalación.

5.- Componentes II: Válvulas.

Caso práctico

Por fin se han podido establecer algunos parámetros para las tuberías. No parecía que tuviera mucho sentido escoger un sistema convencional para un proyecto tan innovador, así que Miren se ha decantado por los sistemas más rompedores: inoxidable o polietileno. Aunque parezca mentira tiene más punto el inoxidable, porque parece que el plan urbanístico prevé la construcción de galerías debajo de las calles y el inoxidable es mejor para instalarlo visto, mientras que el polietileno va mejor enterrado. Parece que ese será el criterio, inoxidable visto en las galerías, y polietileno enterrado en la red interurbana.

Ahora toca afrontar otras dudas, como asegurarse que la unión de ambos sistemas funciona bien. Y además está el tema de que el inoxidable trabaja bien a sobrepresión, pero no soporta las depresiones y podrían sufrir aplastamientos, por otro lado está el tema de que el polietileno no trabaja a tanta presión como el acero....

¿sabes qué elementos se encargan de regular la red?

Las válvulas son piezas compuestas de un mecanismo interior que accionado de forma axial o en ángulo al flujo principal de la red, permiten ejercer variaciones sobre la presión, el caudal, la velocidad, la presión o el aire contenido en el fluido que discurre por los conductos.



[Piqsels \(CC0\)](#)

A modo de resumen....

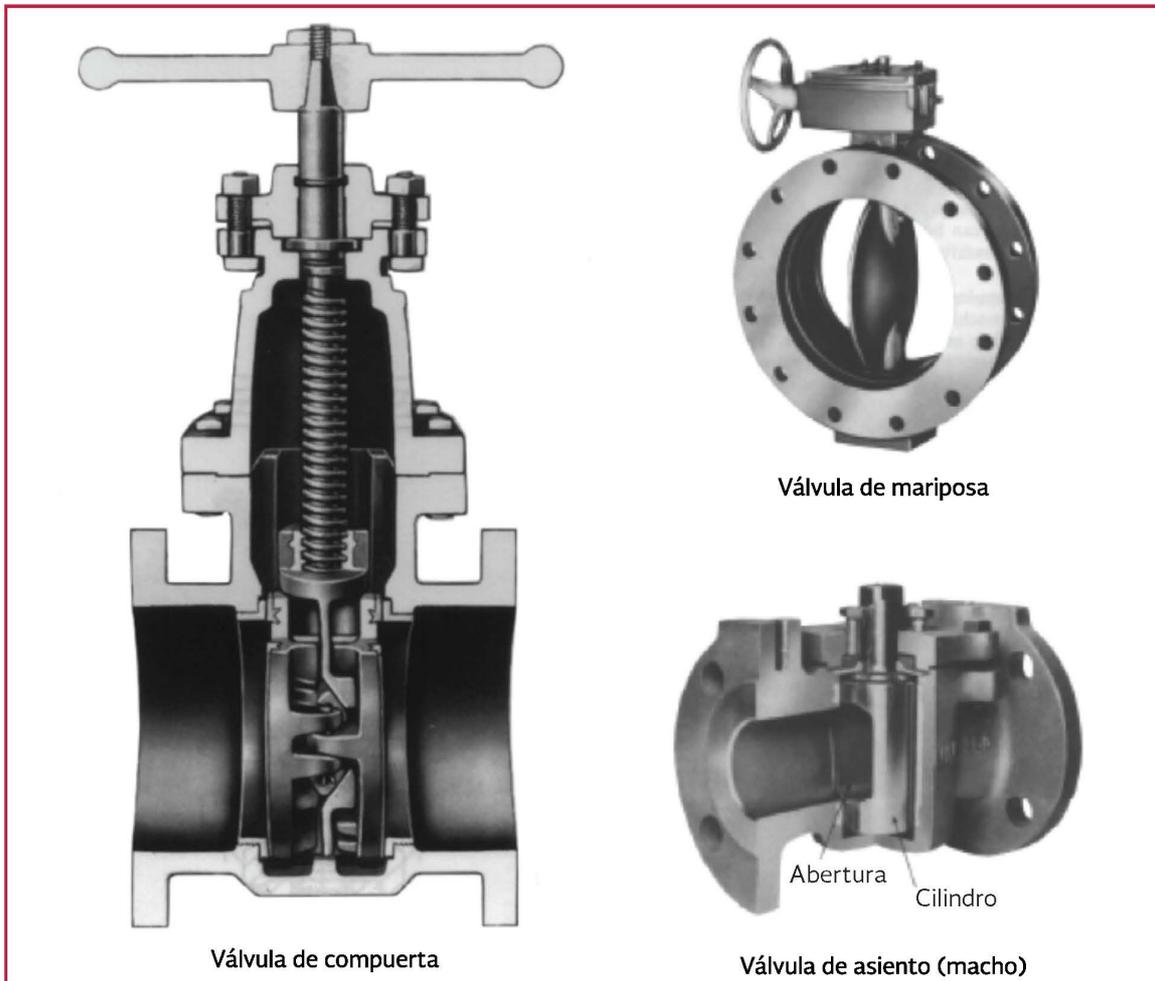
En este vídeo podemos ver un resumen de las válvulas de control

<https://www.youtube.com/embed/9P46cC-xmiQ>

Vídeo de válvulas de control

5.1.- Válvulas de seccionamiento.

El objetivo de las válvulas de seccionamiento es interrumpir el flujo del caudal. Por regla general disponen de dos posiciones: todo abierto y todo cerrado. Las hay de varios tipos según su mecanismo:



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 26 (CC BY-NC-SA)

Válvulas de compuerta

Válvulas de mariposa

Válvula de asiento

Válvulas de compuerta

Este tipo de válvula funciona con una placa que se mueve verticalmente a través del cuerpo de la válvula en forma perpendicular al flujo. El tipo de válvula de compuerta más empleado es la de vástago saliente. Tiene la ventaja de que el operador puede saber con facilidad si la válvula está abierta o cerrada. Es importante señalar que la válvula de compuerta está destinada propiamente para ser operada cuando se requiera un cierre o apertura total, no se recomienda para ser usada como reguladora de caudal, debido a que provoca altas pérdidas de carga y porque puede producircavitaciones.

En válvulas de compuerta con diámetros mayores a 400 mm (16") se recomienda el uso de una válvula de paso (bypass), lo cual permite igualar las presiones a ambos lados de la válvula haciéndola más fácil de abrir o cerrar.

Válvulas de mariposa

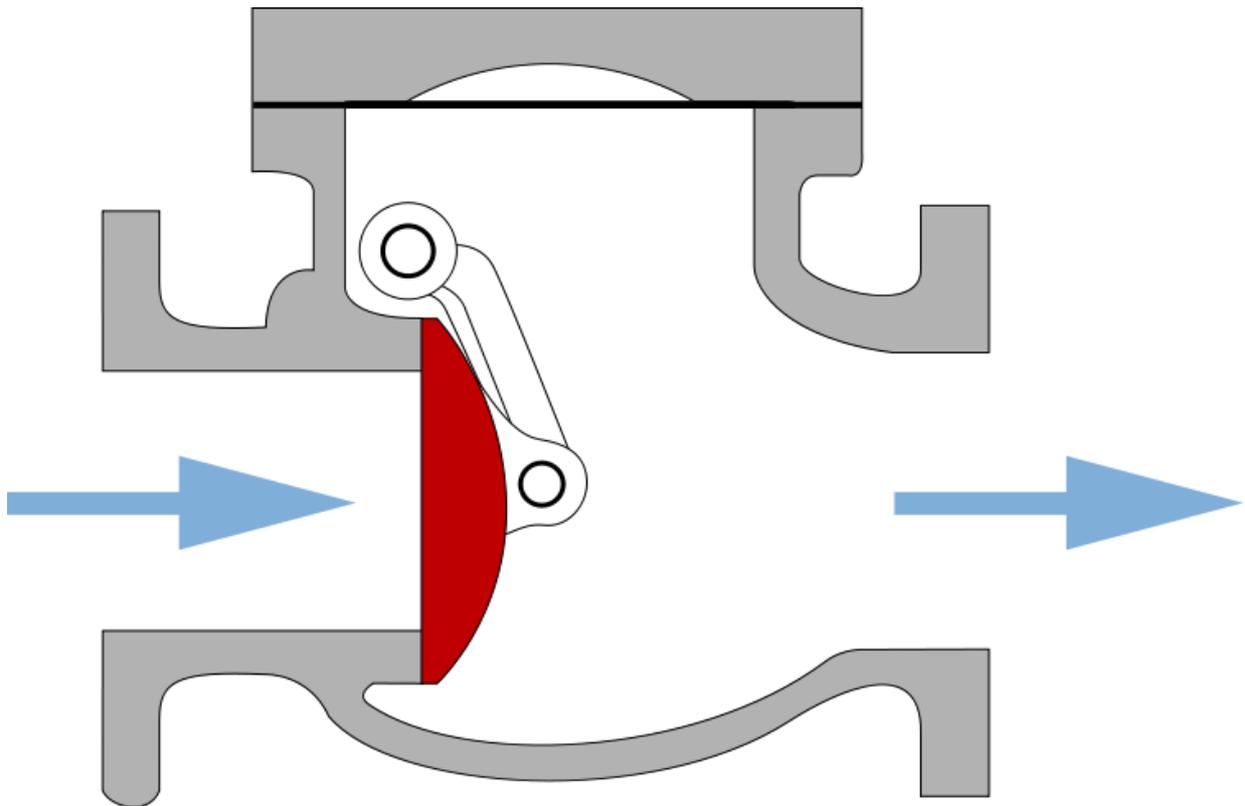
Estas válvulas se operan por medio de una flecha que acciona un disco y lo hace girar centrado en el cuerpo de la válvula. Se identifican por su cuerpo sumamente corto. El diseño hidrodinámico de esta válvula permite emplearla como reguladora de caudal en condiciones de consumos y presiones bajas, así como para estrangular la descarga de una bomba en ciertos casos. La válvula de mariposa puede sustituir a la de compuerta cuando se tienen diámetros grandes y presiones bajas en la línea. Tienen la ventaja de ser más ligeras, de menor tamaño, y más baratas.

Válvula de asiento

En este tipo de válvulas el elemento móvil es un cilindro, cono o esfera, en lugar de un disco. Tal elemento posee una perforación igual al diámetro de la tubería, por lo que requiere usualmente un giro de 90° para pasar de abertura total a cierre o viceversa. Se emplean para regular el caudal en los sistemas de distribución.

5.2.- Válvulas antiretorno.

Las válvulas anti retorno disponen de una pieza especial que estrangula el flujo de agua al invertirse la dirección de circulación. Se instalan en la dirección del flujo y si éste se invierte por cualquier motivo el mecanismo de cierre se acciona impidiendo el retorno del flujo en la dirección de origen. Se emplean en zonas de presión variables para evitar que un determinado volumen que ya ha circulado en la dirección deseada vuelva hacia atrás. Son muy habituales en cuadros de contadores, para evitar el doble cómputo de un caudal de agua.



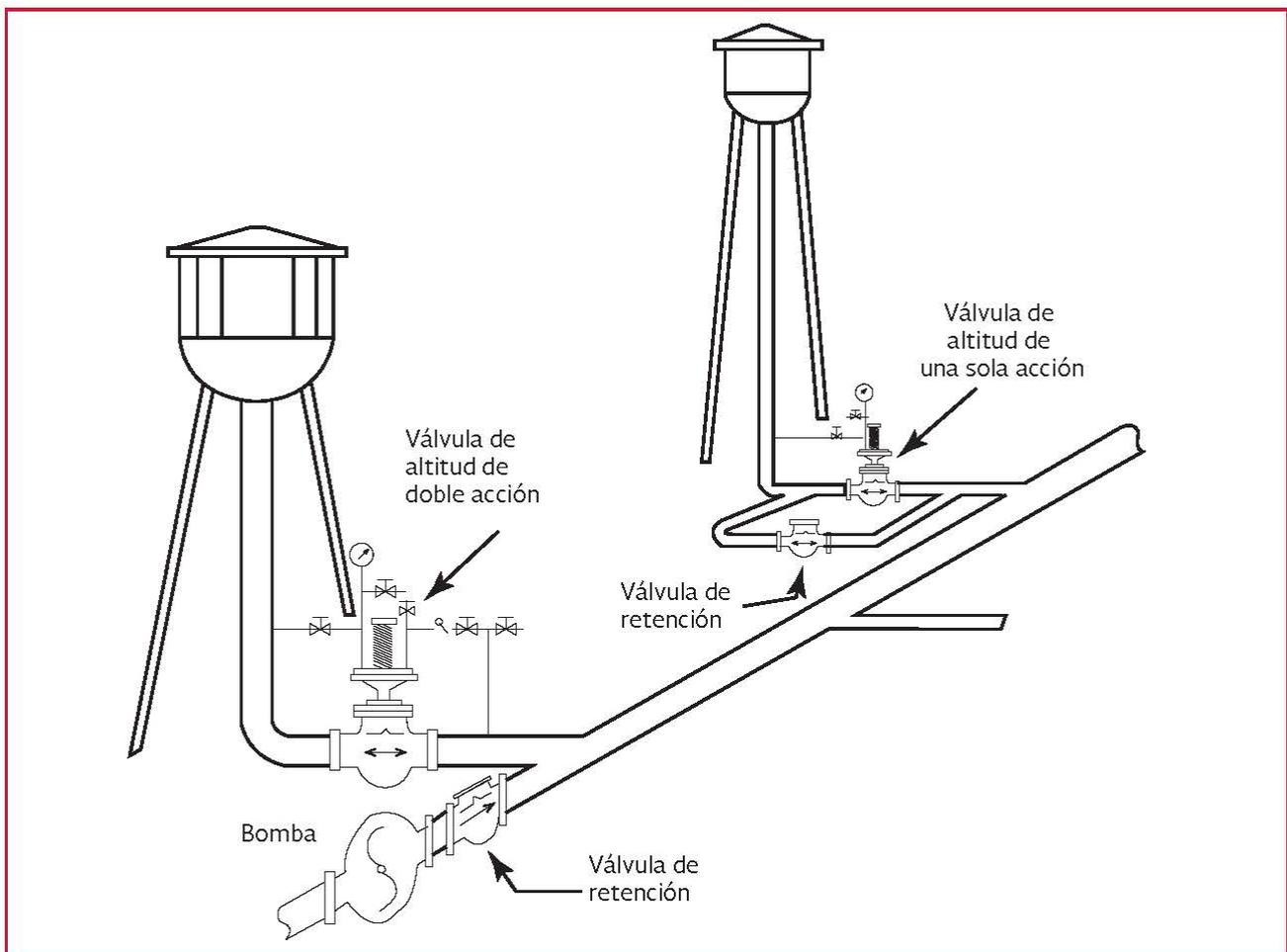
[Karta24 \(CC BY-SA\)](#)

5.3.- Válvulas de nivel.

Las válvulas de nivel se emplean para controlar el nivel del agua en un depósito en sistemas de distribución con rebosaderos a depósitos de acumulación provisional. Existen de dos tipos generales: una sola acción y doble acción. También se les denomina de un solo sentido o de dos sentidos de flujo.

La válvula de una sola acción permite el llenado del tanque hasta un nivel determinado. El tanque abastece a la red por medio de una tubería de paso con una válvula de retención. La válvula de retención se abre cuando la presión en la red es menor a la provista por el tanque. La válvula de doble acción realiza el proceso anterior sin tener una tubería de paso (bypass). Nótese que la diferencia esencial entre ambas válvulas es el mecanismo de control, no la válvula en sí.

También se les llama válvulas de nivel a aquellas que están provistas con un flotador, las cuales abren para llenar los depósitos hasta un nivel máximo, después modulan la apertura para mantener un nivel de agua constante en el depósito ajustando el suministro a la demanda.

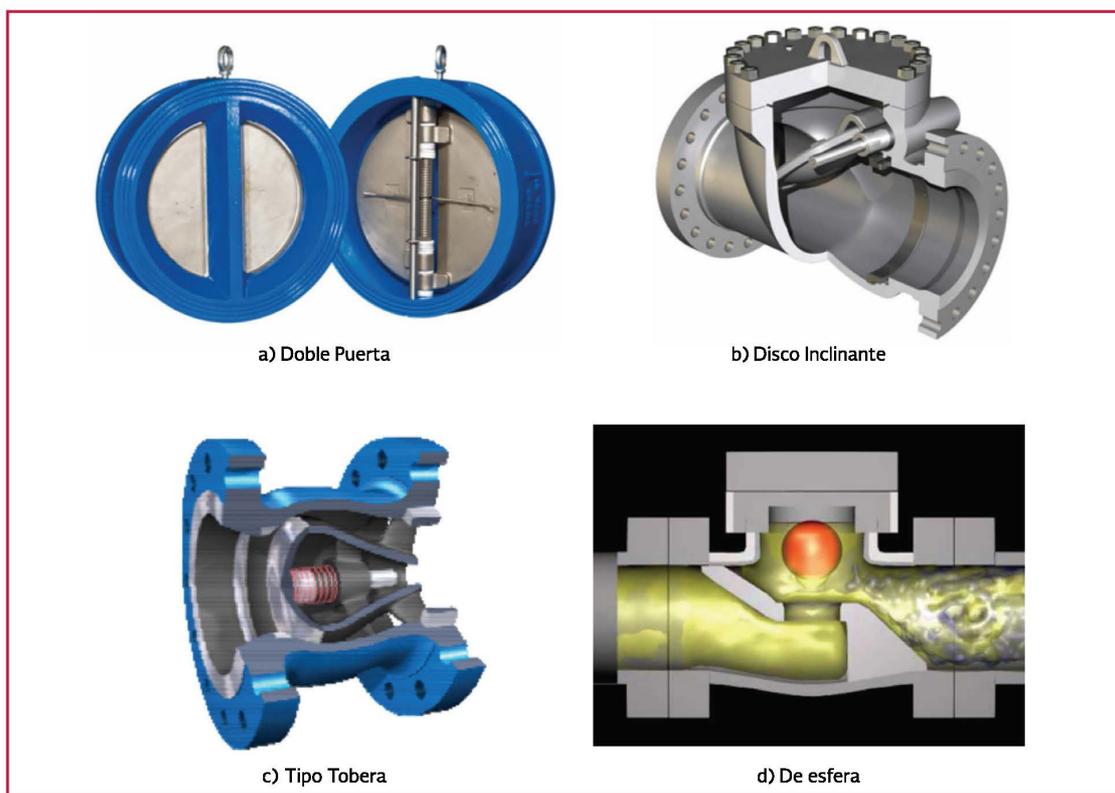


5.4.- Válvulas reguladoras de presión.

Existe una gran variedad de válvulas controladoras de presión. Así se tienen válvulas: reductoras de presión, igualadoras de presión o aliviadoras de presión (según su colocación),antiarriete y para el control de bombas. Algunas de estas funciones pueden combinarse entre sí y además puede añadirseles la función de válvula de retención (unidireccional).

La válvula reductora de presión reduce la presión aguas arriba a una presión prefijada aguas abajo, independientemente de los cambios de presión y/o consumos. Se emplea generalmente para abastecer a zonas bajas de servicio.

La válvula igualadora de presión mantiene una presión fija aguas abajo y se cierra gradualmente si la presión aguas arriba desciende de una determinada. Ambas válvulas pueden combinarse en una sola añadiendo además la característica de ser unidireccional (o de retención).



[CONAGUA, Gobierno de México. Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 31 \(CC BY-NC-SA\)](#)

En lugar de una válvula reductora de presión, se puede construir un depósito rompedor de presión, la cual consiste en un depósito pequeño al cual descarga la tubería mediante una válvula de flotador o de altitud. Esto permite establecer un nuevo nivel estático aguas abajo reduciendo la presión original a la atmosférica.

Las válvulas reductoras de presión tienen la ventaja de ajustarse a las condiciones de la tubería, sean estas variables o no. Esto las hace más aptas para instalarse en la tubería dentro de la red de distribución, donde las presiones varían con la demanda. Ocupan menos espacio que un depósito rompedor y se evita el contacto directo del agua con la atmósfera, lo que reduce el riesgo de contaminación del agua potable. Por otro lado, las válvulas reductoras tienen mecanismos más complejos que requieren de un mejor mantenimiento y de una calibración periódica.

Los depósitos rompedores son más sencillos y con menores necesidades de mantenimiento. En todo caso, la elección entre una válvula reductora de presión y un depósito rompedor de presión se debe basar en un análisis económico y operativo.

Existe una válvula igualadora de presión que mantiene una presión determinada aguas arriba independientemente de los cambios de presión o consumo después de ella. Si se intercala en la tubería funciona como igualadora de presión y si se coloca en una derivación funciona como válvula de alivio.

Las válvulas anticipadoras de onda, o anti ariete, protegen los grupos de bombeo de la onda de presión causada por el paro de bombas o la falla de energía eléctrica. Se abren inmediatamente al inicio de la onda de presión negativa y evacúan a la atmósfera el exceso de presión que provoca la onda de presión positiva. Existe además una válvula de seguridad de diferencial, la cual mantiene una presión diferencial entre dos puntos, usada por ejemplo para mantener el caudal constante en una bomba.

Finalmente, las válvulas de control de bombas se instalan en la impulsión de la bomba a fin de evitar las ondas de presión en el arranque y parada de las bombas. La bomba y la válvula se sincronizan para poner en marcha o parar el motor mientras la válvula está cerrada. En caso de avería o falla de energía actúa como válvula de retención.

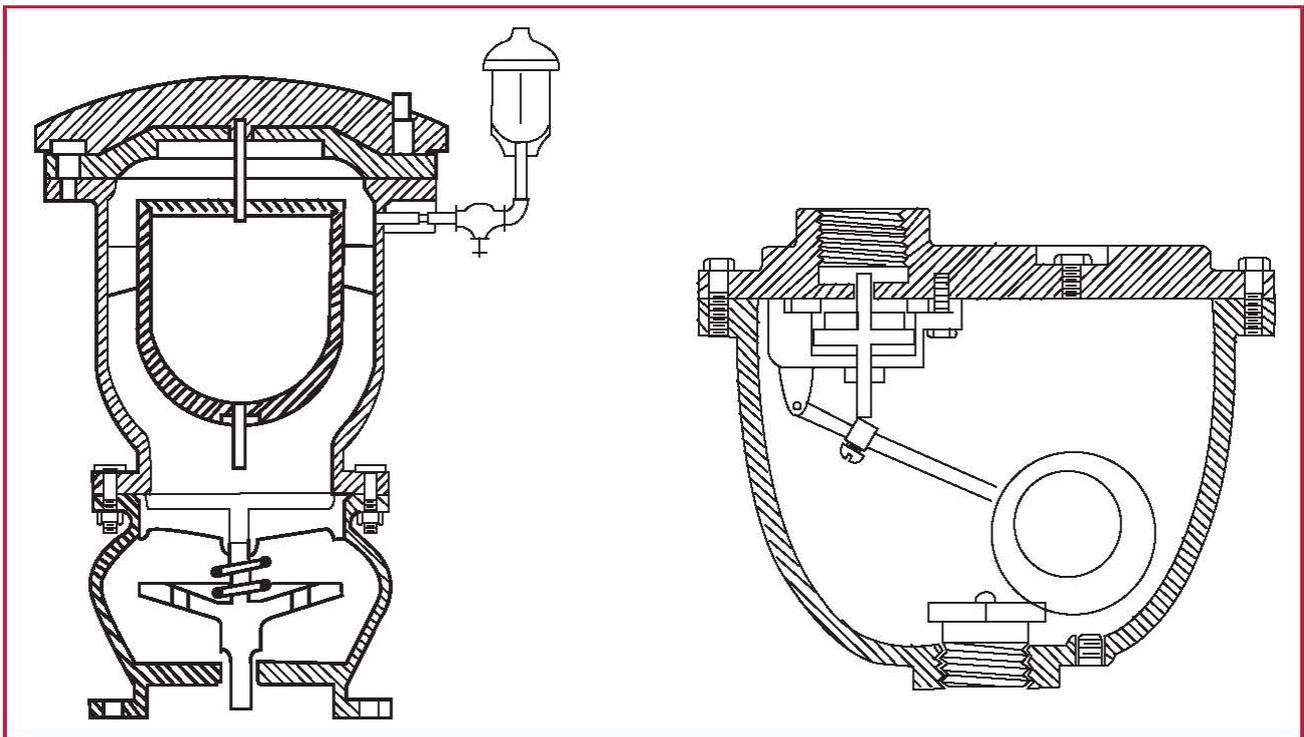
5.5.- Válvulas purgadoras.

Este tipo de válvulas se instalan para permitir la entrada o salida de aire a la línea. Lo anterior puede requerirse durante las operaciones de llenado o vaciado de la línea. Así mismo, se emplean en tramos largos de tubería, así como en puntos altos de las mismas donde suele acumularse aire, el cual bloquea la circulación del agua o reduce la capacidad de la conducción.

También evitan la formación de vacíos parciales en la línea durante su vaciado, que pudieran causar el colapso o aplastamiento de la tubería. Son más empleadas en líneas de conducción y de alimentación ya que se colocan en los puntos altos.

Estas válvulas poseen orificios de diámetro pequeño para conexión con la atmósfera. La apertura del orificio a la atmósfera se produce por medio de un dispositivo activado mediante un flotador. Tal dispositivo mantiene el orificio cerrado cuando no hay aire en el depósito de la válvula y lo abre cuando dicho depósito acumula aire o se genera un vacío.

Se recomienda ubicarlas especialmente en las líneas de conducción, en los puntos de cambio de la pendiente o en tramos largos en donde existen pendientes pronunciadas (ascendentes o descendentes). En redes de distribución pueden resultar necesarias únicamente en la tubería de gran diámetro de la red primaria.



6.- Componentes III: Arquetas de Registro.

Caso práctico

Por fin Miren ha elegido los mejores modelos de válvulas que necesita para cada sistema, y con la unión de los tubos sólo necesitará de un par de piezas especiales, parece que eso está resuelto. Pero todos los fabricantes le han recordado que estos elementos son delicados, y que se pueden averiar.

¿cómo conseguir de la forma más económica posible que estos elementos estén accesibles?

Suena el teléfono.

- Buenos días le llamo de Plastik Solutions. Me preguntaba si estaría interesada en nuestra nueva línea de arquetas prefabricadas?
- Prefabricadas?! Cuénteme más....

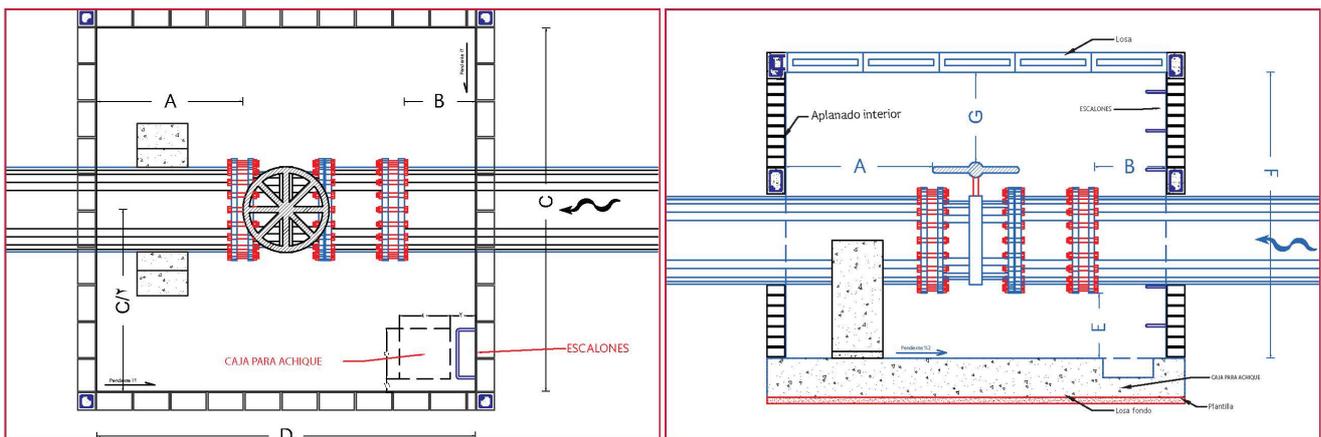
¿cómo cambiarías una válvula que está enterrada?

Las arquetas de registro, son construcciones cúbicas de diversas dimensiones, enterradas y enrasadas con el pavimento y con una tapa de registro superior. En su interior pueden contener válvulas o derivaciones o un conjunto de ambas cosas. Su función principal es hacer accesible el registro de estas piezas de la red y facilitar las operaciones de mantenimiento o reparación. Algunos registros pueden ser de dimensiones mucho mayores, permitiendo a una persona o dos introducirse completamente dentro de los mismos y registrar las instalaciones del interior, por ejemplo en el caso de grupos de impulsión ubicados en el viario público.

Generalmente, las ordenanzas vigentes en cada municipio, fijan de forma específica los parámetros y criterios de diseño, así como los requisitos mínimos de estos elementos. A continuación se muestran algunos criterios generales que no son de obligado cumplimiento, con el objetivo de definir mejor las características de estos elementos.

6.1.- Arquetas para válvulas.

Las arquetas de registro para válvulas de líneas de conducción se clasifican por su ubicación en: enterradas y superficiales. Las dimensiones de la caja deberán definirse considerando un espacio que permita el acceso y libertad de movimiento para la instalación, operación y desmontaje de válvulas y accesorios, así como manipular libremente cualquier herramienta de trabajo. Se deben respetar como mínimo las distancias presentadas en la Tabla, en la cual se establece la separación mínima entre paños internos de muros A y B, piso E y losa G a cualquier extremo de válvulas (considerando el vástago de la válvula en su máxima extensión) y accesorios, así como la altura mínima de caja F, obsérvense los esquemas).



CONAGUA, Gobierno de México. Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 33 (CC BY-NC-SA)

Consideraciones para la construcción

La construcción de arquetas, el acero de refuerzo, la resistencia del hormigón y los espesores; deben definirse con base en el análisis de sobrecargas variables por paso vehicular y por la reacción del terreno, además deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones.

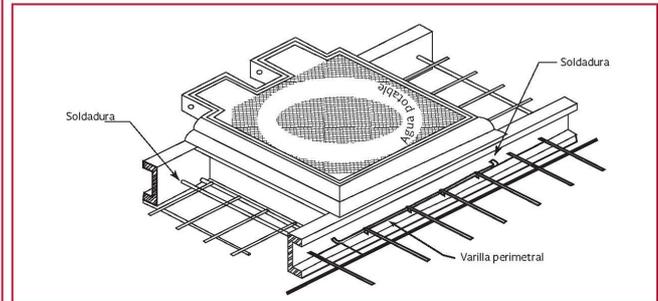
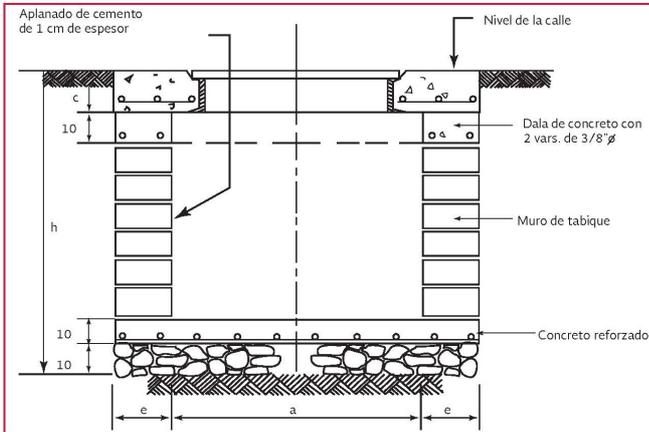
1. Se construyen al exterior o enterrados, pueden ser de hormigón o mampostería, esta última debe ser reforzada de acuerdo con las especificaciones constructivas. Se debe evitar que las paredes del muro, perpendiculares a la conducción, hagan contacto con el perímetro exterior del tubo, manteniendo una separación mínima de 2 cm; este espacio se debe rellenar con material compactado. Las cajas deben estar provistas de una escalera tipo 'marina'; el primer escalón debe estar una distancia de 400 a 500 mm de la parte superior de la tapa, debe mantener un paso de 300 mm y una separación del muro de 150 mm.
2. La base de la caja debe tener una inclinación de dos por ciento de tal forma que su pendiente sea en dirección del registro de acceso, donde se hará una depresión (caja de achique) de 400 x 400 mm por lado y 150 mm de profundidad, cubierta con una rejilla metálica que permita la extracción del agua mediante una bomba o de forma manual en caso de inundación.
3. Las válvulas deberán estar apoyadas en silletas, las cuales pueden construirse de acero o de hormigón. El diseño del apoyo debe ser de tal forma que no interfiera con la remoción o instalación de los tornillos del elemento de conexión.
4. Losa. La losa puede diseñarse en módulos móviles o una losa maciza con una tapa móvil; el dimensionamiento del peralte y el acero de refuerzo deben efectuarse con base en el análisis de sobrecargas variables por paso de vehículos.

Cuando exista la necesidad de alojar piezas especiales la caja deberá tener las dimensiones requeridas de acuerdo con las dimensiones y necesidades de los equipos o elementos a alojar.

Diámetro de válvulas		Dimensión mínima						
mm	pulgadas	mm						
		A	B•	C	D	E	F	G
305	12	500	506	2 300	2 200	500	2 600	563
355	14	500	506	2 300	2 200	500	2 600	563
406	16	500	506	2 300	2 200	500	2 600	563
457	18	500	506	2 300	2 200	500	2 600	563
508	20	500	596	2 900	3 000	500	3 900	559
610	24	500	596	2 900	3 000	500	3 900	559
762	30	500	596	2 900	3 000	500	3 900	559
914	36	509	500	2 800	3 250	700	5 500	500
1 220	48	509	500	2 800	3 250	700	5 500	500

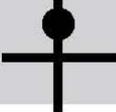
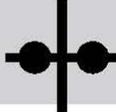
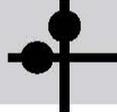
6.2.- Arquetas para cruces.

Este apartado presenta el diseño de arquetas 'tipo', se emplean para la operación de válvulas con diámetros de 50 mm (2") hasta 500 (20"). Para válvulas de diámetros mayores, deberá considerarse lo expuesto en el apartado anterior.



CONAGUA, Gobierno de México. Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 36-37 (CC BY-NC-SA)

Las cajas para operación se clasifican en 13 tipos, de acuerdo al diámetro, número y distribución de válvulas, según la tabla se dan las dimensiones operativas de diseño para cada tipología.

Diámetro de la válvula mayor		Número y posición de las válvulas			
mm	pulgadas				
50	2	1			
60	2 1/2		5	9	12
75	3				
100	4	2			
150	6				
200	8		6	10	
250	10				
300	12	3	7	11	
350	14				
400	16				
450	18	4	8	Diseño especial	
500	20		Diseño especial	Diseño especial	Diseño especial

CONAGUA, Gobierno de México. Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 35 (CC BY-NC-SA)

Consideraciones para la construcción

Al igual que el resto de aspectos constructivos, dependerá de las especificaciones de las ordenanzas que rijan en cada caso, explicamos a continuación algunos ejemplos

orientativos extraídos de la Comisión Nacional de Aguas de Mexico:

1. El piso debe construirse sobre una losa de hormigón simple o bloque de ladrillo de 10 cm de espesor, siempre que se desplante sobre tierra u otro material semejante. La losa será de 10 cm de espesor con refuerzo de armadura de #3 a 30 cm en ambos sentidos; la dosificación del hormigón debe garantizar de una resistencia mínima de 200 kg/cm²; debe tener una inclinación de dos por ciento de tal forma que su pendiente sea en dirección del registro de acceso, donde se hará una depresión (caja de achique) de 400 x 400 mm por lado y 150 mm de profundidad, cubierta con una rejilla metálica que permita la extracción del agua mediante una bomba o de forma manual, en caso de inundación.
2. Losa. Debe llevar una armadura de acero de #3 a 10 cm en ambos sentidos, cuidando que el armado inferior sea en el sentido más corto de la caja; los perfiles estructurales de 150 mm (6") de peralte, empleados en la construcción del contramarco serán de tipo liviano; el hormigón debe cumplir con una resistencia mínima de 200 kg/cm²; al contramarco se le soldará una varilla perimetral, con el objetivo de poder sujetar sólidamente el contramarco con la losa de cubierta.

Tipo	Válvulas				Dimensiones				
	Diámetro			Cantidad	h	a	b	c	e
	mm		mm•		m	m	m	cm	cm
1	50	a	60	1	0.67	0.7	0.7	11.3	14
2	75	a	150	1	1.07	1	0.9	11.3	14
3	200	a	350	1	1.32	1.4	1.2	16.3	28
4	450	a	500	1	1.77	1.7	1.6	16.3	28
5	50	a	150	2	0.97	1.3	0.9	11.3	14
6	150	a	200	2	1.17	1.4	1.2	16.3	28
7	250	a	350	2	1.52	1.9	1.6	16.3	28
8	350	a	450	2	1.47	2.2	1.6	16.3	28
9	50	a	150	2	1.12	1.2	0.9	11.3	14
10	150	a	250	2	1.07	1.3	1.2	11.3	14
11	250	a	350	2	1.32	1.7	1.6	16.3	28
12	50	a	150	3	1.07	1.4	1.1	11.3	28
13	250	a	450	3	1.47	2.3	1.6	16.3	28

7.- Componentes IV: Dispositivos By-Pass.

Caso práctico

Los elementos de regulación y control son complejos en una red y Miren no tiene muy claro cómo se pueden instalar, porque ¿qué pasa si el elemento se avería? Habría que parar toda la red hasta que lo reparásemos. Por eso se ha acercado a hablar con un técnico de mantenimiento del Ayuntamiento.

- Buenas tarde Ander.
- Hola Miren. ¿Qué me querías comentar?
- Pues mira, por lo que veo, en el proyecto de la Eco Ciudad vamos a necesitar dos depósitos de acumulación secundarios, y un par de estaciones de bombeo, pero me preocupa que cuando haya que hacer el mantenimiento de estos elementos se tenga que interrumpir e suministro.
- Pero eso está solucionado hace tiempo, has oído hablar de los by-pass?

¿cómo garantizarías el suministro cuando hay que mantener algún equipo en medio de la red?

Un by-pass es una distribución de conducciones que permite redirigir el flujo en dos secciones paralelas de conductos. Generalmente el by-pass se construye allí donde hay elementos singulares de la red.

El by-pass, por norma general recircula el agua por una vía de flujo alternativa, paralela a la vía habitual y secciona el segmento de conducto entre sus dos extremos. De tal forma que la sección de conducto entre el inicio y el final del by-pass queda inutilizada y aislada del resto de la red.

El objetivo del by-pass es permitir el desmontaje y registro completo de los elementos que componen la sección de tubería que está entre sus dos extremos, sin interrumpir el servicio de la red.

Este tipo de dispositivos son muy frecuentes en casos en los que se ubican bombas o elementos singulares de la red que requieren de un mantenimiento que implica desmontar o sustituir completamente los equipos.

Algunos tipos de by-pass también puede diseñarse para permitir la redirección del flujo de agua en un circuito alternativo cuando se den unas circunstancias concretas en la red, como un presión o un caudal determinado, o que el agua alcance un nivel concreto dentro de un depósito. El by-pass redirige en estos casos el caudal de agua hacia su recorrido alternativo cuando algún elemento de control de la señal adecuada.

DISEÑO DE UN BY-PASS

Los by-pass pueden construirse en muchos contextos diferentes pero siempre se siguen los mismos criterios de diseño.

1. Identificar extremos: se estudia la red de tuberías y se definen el inicio y final del by-pass. En estos dos puntos se ubicaran derivaciones en forma de ángulo o cruce perpendicular por dónde se redirigirá el flujo de agua cuando el by-pass entre en funcionamiento. Después de la derivación de inicio y antes de la derivación de fin se ubican sendas válvulas de seccionamiento de control manual o automático en el trazado principal de la red. Estas válvulas permiten aislar el tramo de tubería de la red principal contenida entre el inicio y el final del by-pass
2. Trazar el recorrido del by-pass: el recorrido del by-pass, tanto en longitud como en diseño dependerá de las características de la red principal a la que se adhiere. Los más sencillos se componen de un trazado recto paralelo a la red principal con una llave de seccionamiento de control manual o automático en el centro. Esta llave se accionará a la vez que las dos llaves de seccionamiento del inicio y final del by-pass, pero quedarán siempre en posiciones opuestas abierto-cerrado.
3. Elementos de control: a menudo, cuando el by-pass tiene funciones operativas en la red y no sólo de mantenimiento, el control de las válvulas de seccionamiento será siempre automático y estará unido a las señales de medición de algún otro dispositivo que controle las variaciones del flujo. En estos casos el trazado del by-pass, en su línea paralela a la red principal suele incorporar varios elementos operativos de la red, como algún depósito o bomba. Este tipo de configuración es habitual cuando dispones de bombas en funcionamiento alterno, o cuando queremos recircular por bombeo algún caudal de agua o aprovechar caudales residuales para otro tipo de usos.

Construcción de un by-pass para un filtro en una red de agua

<https://www.youtube.com/embed/yUA52gjn4rg>

Video de construcción de un by-pass

8.- Componentes V: Depósitos.

Caso práctico

El diseño está bastante avanzado y parece que la entrega se realizará a tiempo. Así que Miren esta algo más relajada en su trabajo. Está tomándose un merecido descanso, pero entonces suena el teléfono.

- Diga?
- Buenas tardes, soy Jesús Pascual. Jefe de Bomberos de Navarra. Me han comentado lo de la Eco Ciudad, y le llamo para que no se olvide de las contingencias en las redes de abastecimiento por caso de incendios.
- Dice las hidrantes?
- Sí, pero también tengo los acumuladores de emergencia....

¿dónde acumularías grandes volúmenes de agua de forma temporal?

Los almacenamientos o depósitos son utilizados en los sistemas de distribución de agua para asegurar la cantidad y la presión del agua disponible en la red. Según su construcción, pueden ser superficiales o elevados. Los superficiales se emplean cuando se dispone de terrenos elevados cerca de la zona de servicio.

Usualmente disponen de tubos separados de entrada (línea de conducción) y salida (línea de alimentación), o un solo tubo por donde el agua puede entrar y salir al almacenamiento (tanques elevados). En este último caso se dice que el almacenamiento es 'flotante' en el sistema, debido a que cuando el abastecimiento excede a la demanda, entra agua al almacenamiento y cuando la demanda rebasa al abastecimiento sale agua del almacenamiento (regulación).

En ambos tipos de almacenamiento se emplean válvulas de nivel, las cuales utilizan un flotador para determinar el nivel al cual deben cerrarse. Se dispone además de un rebosadero con drenaje, con la misma capacidad del abastecimiento del depósito, por donde el agua puede escapar en caso de un fallo de la válvula. Para determinar la eficiencia del funcionamiento de los almacenamientos, se llevan registros del nivel del agua, ya sea por un observador o mediante dispositivos especiales.

Los depósitos de distribución poseen un volumen determinado de almacenamiento de agua, el cual se compone de un volumen para regular, otro para almacenar (usado en caso de fallo en la alimentación de la red o emergencias) y uno adicional para el combate contra incendios. Según la función del depósito que se considere prioritaria, el depósito puede ser de regulación o de almacenamiento.

Lo más común es emplear el depósito para regular (depósito de regulación), minimizando los volúmenes para almacenamiento y combate contra incendios.

Es conveniente recordar que la línea de conducción se diseña con el consumo máximo diario, mientras que la línea de alimentación y la propia red de distribución se diseñan con el consumo máximo horario, en el día de máxima demanda. De esta forma, la red y la línea de alimentación conducen un mayor caudal durante las horas de mayor demanda, mientras que la línea de conducción conduce un caudal menor, pero el abastecimiento está asegurado por la existencia del depósito de regulación. Con estas disposiciones se tiene una mayor economía en la línea de conducción.

En un sistema de distribución conviene ubicar el almacenamiento en el centro de la zona de servicio para tener diámetros económicos en las tuberías de la red y mantener uniformidad en las presiones disponibles.

Un depósito de almacenamiento dispone de una capacidad para:

1. Regular un abastecimiento constante de la fuente y la demanda variable de la zona de servicio. Esto permite a las bombas y plantas de tratamiento operar con caudal constante, elevar su eficiencia y reducir por consiguiente su capacidad. La capacidad de almacenamiento requerida se obtiene a partir de las fluctuaciones de la demanda horaria en el día de máxima demanda, así como del periodo de bombeo, y es calculada en forma tabular o gráfica
2. Combatir incendios, la cual depende del tamaño de la población a servir
3. Emergencias debidas a fallos de: la toma, la energía eléctrica, las instalaciones de conducción o de bombeo. Esta capacidad depende de la extensión de los daños y del tiempo de reparación, así como de la línea de conducción

La capacidad del almacenamiento es obtenida combinando razonablemente los tres propósitos anteriores. Puede darse el caso de un incendio fuerte en el día de máxima demanda y por consiguiente, se pueden combinar estas dos condiciones en el dimensionamiento del tanque. La capacidad necesaria para emergencias puede ser muy grande, por lo que no suele considerarse.

Por otra parte, los depósitos de regulación permiten:

1. Regular las presiones en la red y así reducir las fluctuaciones de presión debidas a las variaciones de la demanda. Esto provee un mejor servicio a los consumidores y la presión necesaria para combatir incendios
2. Elevar la presión en puntos lejanos a los depósitos de almacenamiento y estaciones de bombeo, así como mejorar el servicio durante periodos de demanda pico
3. Regular la carga de las bombas. Cuando se colocan tanques de regulación cerca de las estaciones de bombeo, las cargas de bombeo son más uniformes. Esto influye en una mejor selección, operación y eficiencia de las bombas

Reflexiona

¿cómo imaginas un depósito?

<https://www.youtube.com/embed/ADzOOwhcNY4>

Video sobre los depósitos del siglo XIX

Mostrar retroalimentación

Los depósitos de cabecera o regulación, aunque hoy en día puedan parecer instalaciones muy sofisticadas, existen desde la época de los romanos. En el vídeo puede verse un depósito del siglo XIX.

Para saber más

El abastecimiento de agua siempre a estado en el centro del desarrollo de las ciudades. En esta web puedes encontrar las explicaciones de cómo abastecían de agua los romanos las pequeñas y medianas ciudades. Precisamente los depósitos jugaban un papel fundamental.

[La conducción de agua en la ciudad romana de Andelos](#)

8.1.- Tipos de depósito.

La selección del tipo de depósito depende del material disponible en la región de las condiciones topográficas y de la disponibilidad de terreno.

Depósitos enterrados

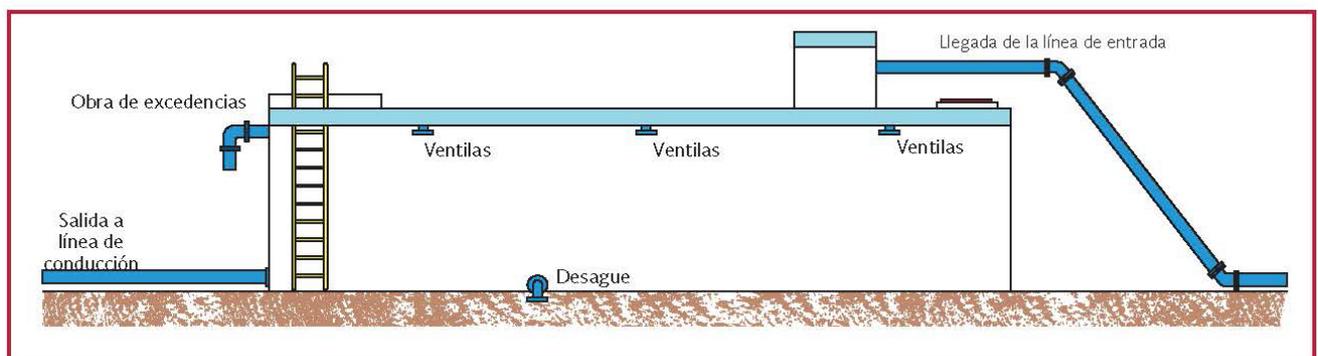
Estos depósitos se construyen bajo el nivel del suelo. Se emplean preferentemente cuando existe terreno con una cota adecuada para el funcionamiento de la red de distribución y de fácil excavación. Los depósitos enterrados tienen como principal ventaja proteger el agua de las variaciones de temperatura y una perfecta adaptación al entorno. Tienen el inconveniente de requerir importantes excavaciones para el propio depósito, para todas sus instalaciones de conexión con la red de distribución y la línea de conducción; además se dificulta el control de filtraciones que puedan presentarse.

Depósitos semienterrados

Los depósitos semienterrados tienen parte de su estructura bajo el nivel del terreno y parte sobre el nivel del terreno. Se emplean generalmente cuando la altura topográfica respecto al punto de alimentación es suficiente y el terreno presente dificultad para excavación.

Depósitos superficiales

Los depósitos superficiales están contruidos sobre la superficie del terreno. La construcción de este tipo de depósitos es común cuando el terreno es 'duro' o conviene no perder altura y se tiene la topografía adecuada. Los depósitos superficiales se sitúan en una elevación natural en la proximidad de la zona de servicio, de manera que la diferencia de nivel de la base del depósito con respecto al punto más alto por abastecer sea de 15 m y la diferencia de altura entre el nivel del depósito en el nivel máximo de operación y el punto más bajo por abastecer sea de 50 m.

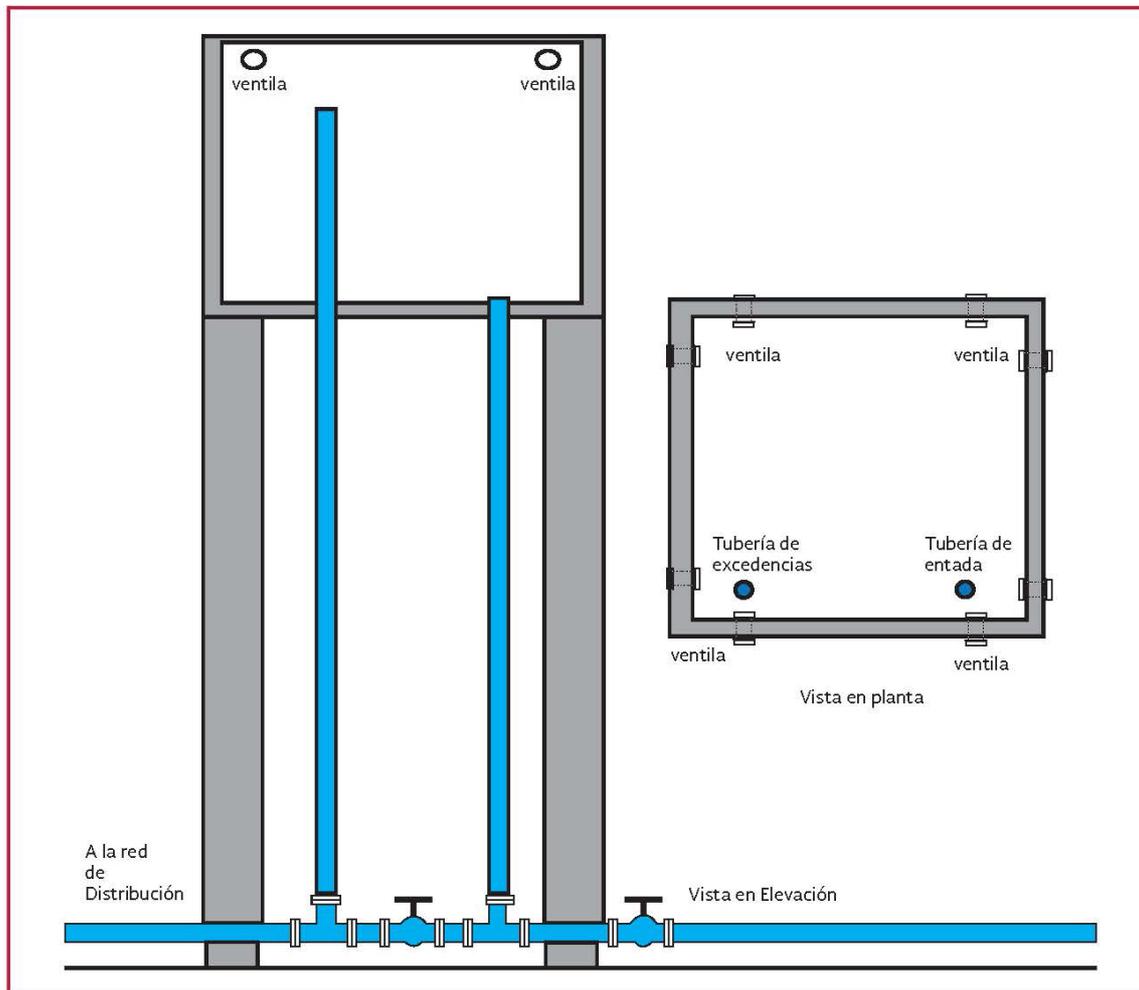


Depósitos elevados

Los depósitos elevados son aquellos cuya base está por encima del nivel del suelo y se sustentan a partir de una estructura. Generalmente son construidos en localidades con topografía plana donde no se dispone en su proximidad de elevaciones naturales con altimetría apropiada. El depósito elevado refiere una estructura integral que consiste en el depósito, la torre y la tubería de alimentación y descarga

Cuando el depósito elevado se localiza en la periferia de la población ocurre una pérdida de carga muy alta en el extremo opuesto. Así, prevalecen presiones mínimas en el extremo más alejado o presiones excesivas en el extremo más cercano al depósito.

Cuando el depósito se ubica en un sitio céntrico de la población o área de servicio, las presiones son más uniformes tanto en los periodos de mínima como de máxima demanda. Un aspecto importante de los depósitos elevados es el estético: por su altitud son vistos desde puntos muy lejanos. No pueden darse reglas al respecto, salvo la de buscar su integración al entorno o paisaje.



8.2.- Accesorios para depósitos superficiales y enterrados.

Para el diseño hidráulico de los accesorios de los depósitos, como la entrada, la salida a la red, desagüe y rebosaderos, se recomienda lo siguiente:

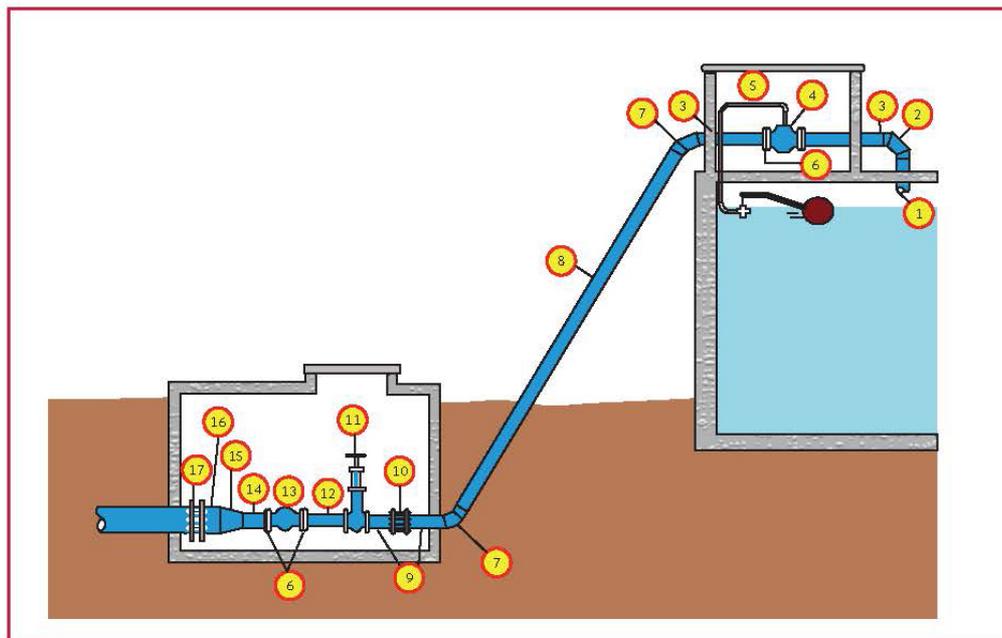
Entrada

El diámetro de la tubería de entrada corresponde en general al de la conducción. La descarga podrá ser por encima del nivel del agua, por un lado del depósito o por el fondo. En cualquier caso, el proyectista debe tener especial cuidado en revisar y tomar las providencias necesarias para proteger la losa de fondo del efecto de impacto por la caída de agua y velocidades altas de flujo de entrada cuando haya niveles mínimos en el tanque. Es conveniente analizar la colocación de una válvula de control de niveles máximos en la tubería de entrada al tanque; puede ser de tipo flotador o de altitud.

El caudal de diseño para la fontanería de entrada debe ser el caudal máximo diario, el máximo que proporcione la fuente de abastecimiento o el que indique la planeación general de las obras.

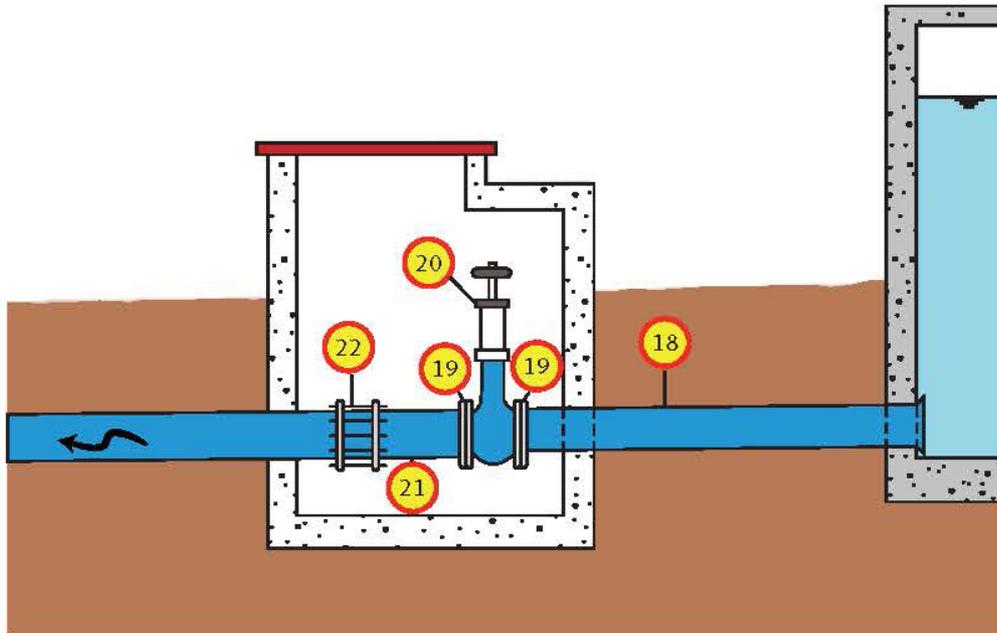
Dependiendo de la solución funcional del depósito existen varias opciones para la llegada al depósito superficial:

- **Por la parte superior.** Esta solución tiene su llegada con válvula de flotador, pero en algunos casos se utiliza únicamente la tubería (cuello de ganso)



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 54 (CC BY-NC-SA)

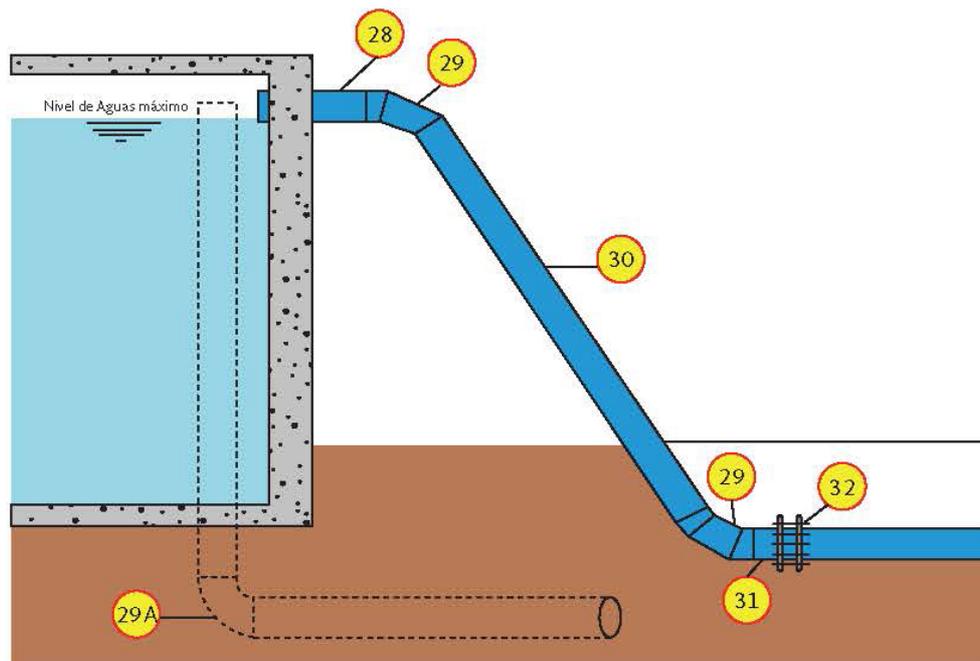
- **Por la parte inferior.** Este diseño se utiliza cuando es la misma línea, tanto de llegada como de distribución, pero también se puede utilizar como llegada únicamente



[CONAGUA, Gobierno de México. Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 55 \(CC BY-NC-SA\)](#)

Salida

La tubería de salida se puede alojar en una de las paredes del depósito o en la losa de fondo. En depósitos que tienen una superficie suficientemente grande o tubería de salida de gran diámetro, resulta más conveniente que esté ubicada en el fondo del depósito, ya que en niveles bajos el consumo puede manejarse más eficientemente que en una salida lateral.



[CONAGUA, Gobierno de México. Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 56 \(CC BY-NC-SA\)](#)

Depósitos rompedores de presión

Dentro de las instalaciones del by-pass y cuando la alimentación al depósito sea por gravedad, se instalará un depósito rompedor de presión, para mantener la presión estática en las líneas de salida a la misma cota que la generada con los niveles dentro del depósito.

Este depósito puede eliminarse, si al revisar las condiciones de la tubería de salida y redes de distribución abastecidas por el depósito, se determina que estas pueden absorber el incremento de presión estática.

Rebosaderos

Los rebosaderos se instalan principalmente en forma vertical en el interior del depósito y adosados a las paredes del mismo. Con el propósito de impedir la entrada de roedores y animales en general. El tubo vertedor estará dotado en su parte inferior de una trampa hidráulica, que además proporciona un colchón amortiguador para efectos del impacto de caída del flujo de excedencias. En algunos casos se proyecta la instalación con salida horizontal y bajada a 60 grados

Es conveniente unir las líneas de descarga de excedencias, desagüe de fondo y aguas pluviales para tener una descarga general.

8.3.- Accesorios para depósitos elevados.

Para el diseño de la entrada, salida, desagüe y rebosaderos, se tomarán en cuenta las siguientes recomendaciones:

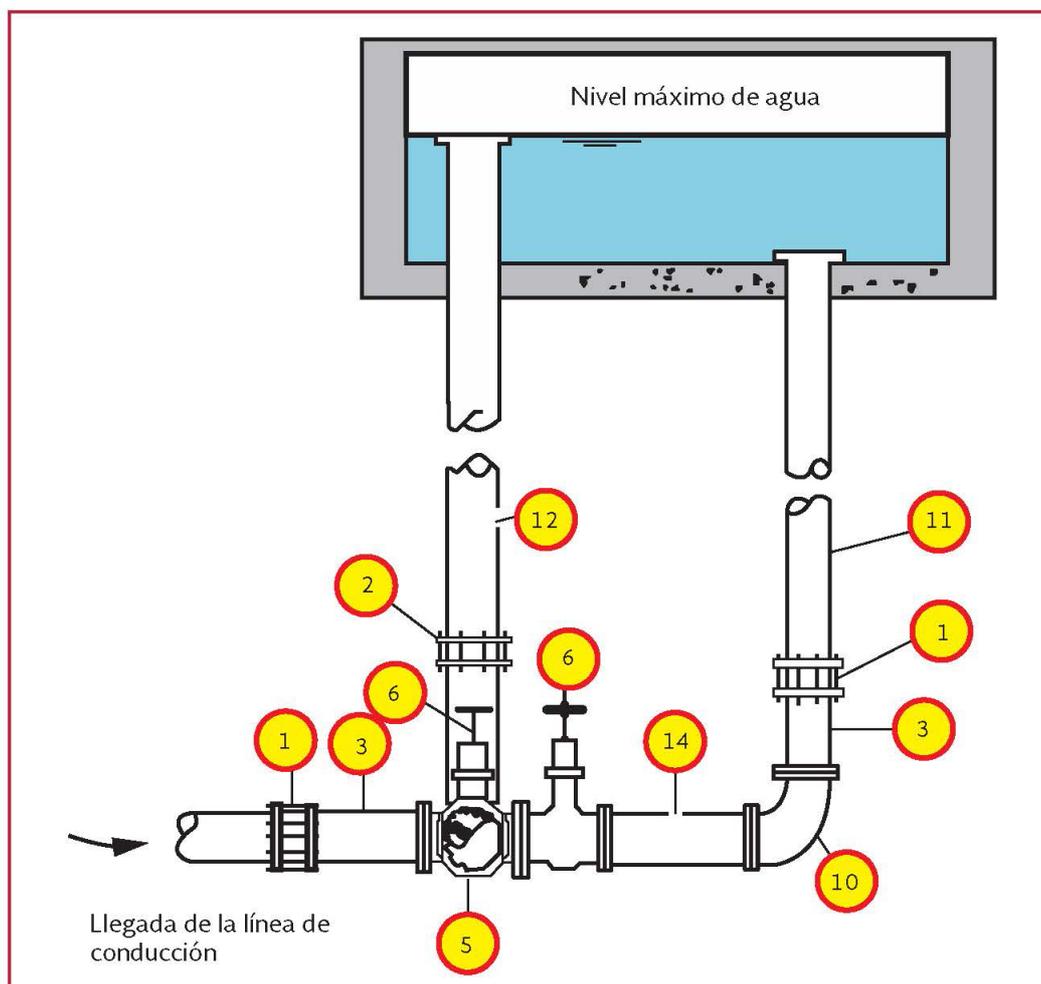
Entrada y salida.

Para las funciones de llenado y vaciado de depósitos elevados (de hormigón y metálicos) generalmente se utiliza la misma tubería. Su diámetro, de preferencia, debe ser el de la alimentación a la red. Dicho conducto se aprovecha también para efectuar la limpieza del depósito, utilizando piezas especiales y válvulas de seccionamiento.

Para facilidad de operación y mantenimiento se recomienda que las fontanerías de entrada y salida queden alojadas en 'trincheras'.

La entrada en este tipo de depósito puede ejecutarse de varias formas, entre los cuales destacan:

- a. **Llegada y salida por la misma tubería.** Este tipo de arreglos representa un ahorro en tubería. La llegada es por la parte inferior del tanque y sirve como amortiguador cuando se presenta una sobre presión (golpe de ariete). Para garantizar los controles de llenado se usan electro niveles.



- a. **Llegada y salida por tubería independiente.** En este arreglo se utiliza más tubería por tener líneas independientes. Se utiliza para tener carga constante en la distribución. Su control se puede hacer tanto con electro niveles como por válvulas de flotador

Rebosaderos

Deberá asegurarse que no se produzcan rebosamientos, dado que representaría un desperdicio de agua cuyo bombeo representa un coste de operación. Esto se logra evitar usando válvulas de flotador, electro niveles o con válvulas de altitud. Como un requisito de seguridad es conveniente instalar un rebosadero, constituido por una tubería situada en el interior del depósito, la que puede colocarse unida a una de las columnas de la torre del tanque. La ventilación a los tanques se proporciona por medio de tubos verticales u horizontales que atraviesan el techo o la pared. También puede hacerse por medio de aberturas con rejillas de acero instaladas en la periferia del depósito.

Para la limpieza del depósito se recomienda colocar un tubo de desagüe en el fondo. Esta tubería no debe conectarse al alcantarillado, sino que debe descargar libremente en un recipiente abierto desde una altura no menor de dos diámetros del tubo sobre la corona del recipiente y de ahí por gravedad descargar a un depósito.

9.- Componentes VI: Bombas.

Caso práctico

Miren ha conseguido satisfacer todas las exigencias del Jefe de Bomberos y de paso ha añadido un par de depósitos de acumulación por si el suministro falla en algún momento. Pero aún no se puede relajar, algunos de los depósitos están a mucha altura y duda que la presión de la red sea suficiente para llenarlos. Esta vez es ella la que coge el teléfono:

- Buenos días, hablo con Ochoa Lacar?
- Sí señora.
- Necesito ir a su showroom para seleccionar equipo de bombeo para una obra pública....

¿cómo garantizarías la presión del agua?

Las bombas reciben la energía mecánica proveniente de un motor a través de la flecha con el fin de elevar la carga de presión del agua para conducirla en la tubería.

La gran mayoría de los sistemas de distribución y líneas de conducción de agua potable incorporan bombas en sus instalaciones para trasladar el agua a través del sistema o mantener presiones requeridas. Su aplicación específica permite:

- a. Elevar el agua desde fuentes superficiales o subterráneas a plantas de tratamiento, almacenamientos o directamente al sistema de distribución
- b. Incrementar la presión para servir áreas de servicio ascendentes
- c. Bombear químicos en unidades de tratamiento, transportar el agua en las instalaciones de tratamiento, retro lavado de filtros, vaciado de depósitos sedimentadores y remover sólidos depositados

Para que funcionen las bombas comúnmente se utilizan motores eléctricos y de combustión interna. Existen motores eléctricos de corriente directa y de corriente alterna. La elección del tipo de motor depende de diversos factores, como: la toma y el tipo de voltaje disponibles; costes de adquisición, instalación y mantenimiento; velocidad, su control o regulación; facilidad de arranque; corriente necesaria para el arranque y torque; factor de potencia y características de carga parcial. Se puede adquirir motores del caballaje deseado con tensiones comunes de 220 o 440 V y eficiencias de hasta 90 al 95 por ciento. Se debe tener cuidado de:

- a. Proteger el motor de sobrecargas
- b. Prevenir daños por conexiones a tierra o conductores eléctricos inapropiados

Las bombas en general permiten trasladar fluidos agresivos o no agresivos, ya sean líquidos, gases, sólidos o semisólidos (que pueden ser bombeados) a diferentes temperaturas. Existen tantos diseños como aplicaciones y fabricantes, por lo que resulta difícil mencionarlos todos. Sin embargo, se pueden clasificar de acuerdo con el principio de su funcionamiento:

- A. De desplazamiento positivo: Las bombas de desplazamiento positivo se basan en cambios de volumen para impulsar al fluido en su circulación; así, se llena una cámara a través de una cavidad, luego se sella y se empuja el fluido a través de otra cavidad. Su funcionamiento es pulsatorio. Su principal ventaja es el manejo de fluidos, independientemente de su viscosidad. Un buen ejemplo de este tipo de bomba es el corazón humano.
- B. Dinámicas o variadoras de impulso: Las bombas dinámicas se diferencian de las anteriores en que no existe un volumen cerrado y que su funcionamiento se basa en transmitir un impulso o movimiento al fluido por medio de placas o álabes de rápido movimiento, agrupados en un impulsor. El fluido incrementa su impulso o cantidad de movimiento mientras se mueve a través de los pasajes abiertos y convierte su alta velocidad en presión al salir de la sección del impulsor. Este tipo de bombas generalmente provee mayores gastos que las de desplazamiento positivo, con mayor uniformidad, pero son poco efectivas con líquidos de alta viscosidad. Necesitan además del 'cebado', que consiste en llenar la cavidad del impulsor con el líquido a conducir, pues si contiene aire no pueden succionar el líquido de su entrada. Por esta razón, existen bombas 'autocebantes', equipadas con un dispositivo que evita que la cámara del impulsor se vacíe (aun así, deben cebarse necesariamente en su instalación). Cabe aclarar que las bombas de desplazamiento positivo son autocebantes para la mayoría de sus aplicaciones.

Una bomba dinámica o centrífuga puede proveer altos gastos (cerca de 100 L/s), con baja carga de presión (hasta 100 metros o 0.98 MPa); en cambio, una bomba de desplazamiento positivo puede operar a altas cargas de presión (3 000 metros o 29.4 MPa), pero con gastos bajos (6 L/s).

Las bombas se pueden clasificar, de acuerdo con el mecanismo o diseño mecánico, en:

- A. De desplazamiento positivo
 - a. Alternativas: de pistón o émbolo (a veces denominadas de martinete) y de diafragma
 - b. Rotativas: rotativa de pistones, engranajes externos, engranajes internos, rotor lobular, paletas (deslizantes, servicio pesado, oscilantes, excéntrica-paleta, rodillo-paleta y flexible) y husillo (simple o de estator flexible y rígidas)
 - c. Dinámicas o cambiadoras de impulso
 - d. Rotodinámicas: de flujo radial (centrífuga), axial y mixto

Las bombas comúnmente empleadas en abastecimiento de agua potable son las denominadas 'rotodinámicas', mal llamadas 'centrífugas', ya que solo la de flujo radial es centrífuga pura. En el siguiente capítulo se analizan sus principales características. Este tipo de bombas se clasifican según la dirección de salida del flujo, es decir: de flujo radial, axial y mixto.

Las bombas centrífugas son las más extendidas en las redes de agua

<https://www.youtube.com/embed/SpKuTfw560U>

Vídeo sobre el funcionamiento de bombas centrífugas

10.- Componentes VII: Acometidas.

Caso práctico

Por fin hemos llegado a la parte final de las redes de abastecimiento, el último detalle, pero no menos importante. A Miren, el otro día, le comentaron una anécdota graciosa mientras estaba con unos amigos.

Hace no mucho un amigo ha empezado una obra en su casa, y quiere cambiar toda la distribución, lo que afecta a las redes de agua, claro está....

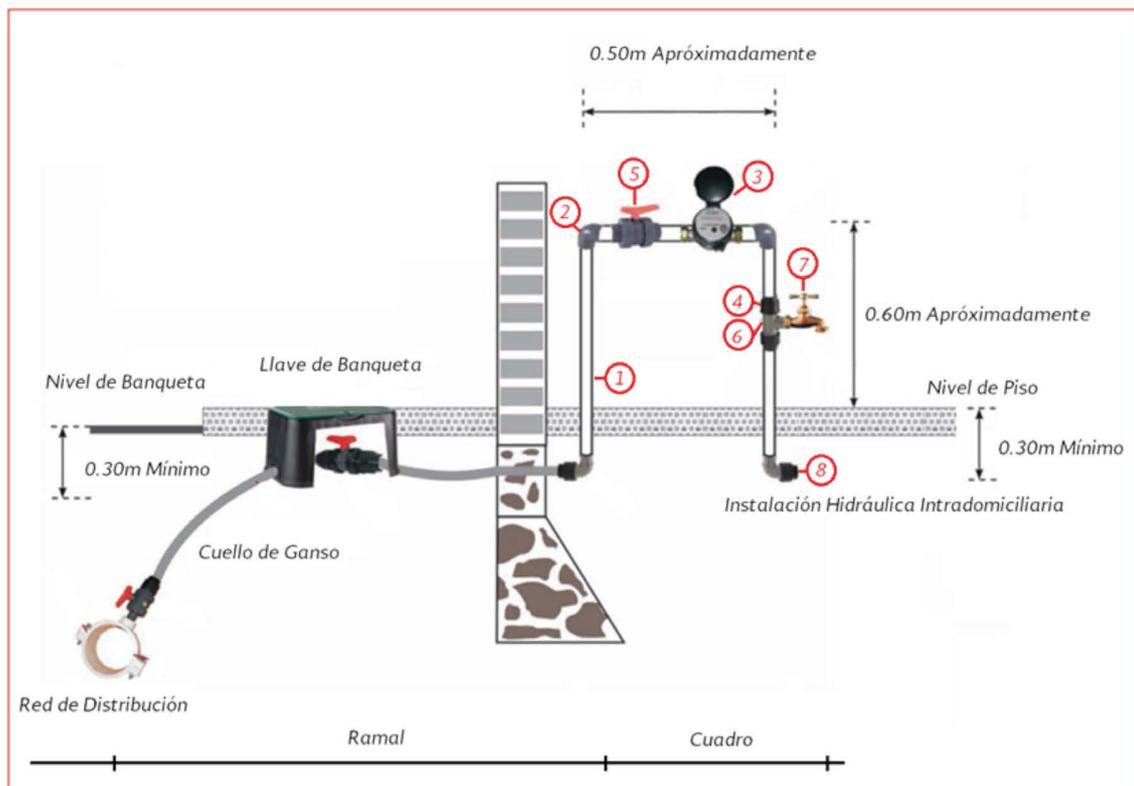
- Pues resultó que el fontanero estaba cortando el agua. Me vino con una de esas llaves en T tan grandes y cortó por la arqueta de la acometida.
- Aja...
- Y me fui a por el pan, media hora después seguía drenando la instalación
- Y eso?
- Pues resulta que la llave de corte era la misma para toda la manzana.....

¿cómo te asegurarías de que tus obras no perjudiquen al vecino?

La toma domiciliaria tiene como función el proporcionar agua de la red de distribución para conducirla a la instalación hidráulica intradomiciliaria. Se divide en dos partes: ramal y cuadro. Se le llama ramal a la conexión que abarca desde el acoplamiento a la red de distribución hasta el codo inferior del cuadro. El cuadro es propiamente el conjunto de tubos y codos que forman una figura rectangular con el objeto de alojar un contador y que sea cómoda su lectura. El cuadro se encuentra generalmente dentro del domicilio del usuario.

En el mercado existen gran cantidad de piezas y disposiciones de diferentes materiales para enlazar la red de distribución con la tubería intradomiciliaria. Algunos fabricantes de tubería recomiendan cierto tipo de instalación y materiales de la toma domiciliaria para tener un mejor servicio.

En general, las tomas domiciliarias se pueden clasificar como metálicas o combinadas. En las primeras, la tubería del ramal y del cuadro es metálica; en las segundas, el ramal es de material plástico. Las tomas domiciliarias metálicas se instalan con cobre flexible en el ramal y rígido en el cuadro o de cobre flexible en el ramal y hierro galvanizado en el cuadro. Por otra parte, la toma domiciliaria combinada emplea polietileno de alta densidad (PEAD) en el ramal y cobre rígido o hierro galvanizado en el cuadro.



10.1.- Componentes de la acometida.

Una toma domiciliaria da inicio en el acoplamiento con la tubería de la red y concluye en el codo inferior del primer tubo vertical del cuadro. Para su instalación, conexión y operación esta parte de la toma domiciliaria está conformada por las piezas que a continuación se describen.

A. **Abrazadera:** Corresponde a la pieza que se coloca en la tubería de distribución, proporcionando el medio de sujeción adecuado para recibir al insertor (llave de inserción o adaptador).

Su selección depende del tipo de material empleado en la red de distribución y en el ramal. Se emplean abrazaderas en redes de policloruro de vinilo (PVC), asbesto cemento y fierro fundido. Para el caso de redes de polietileno de alta densidad (PEAD), se utilizan silletas con sistema de unión por termofusión.

Los materiales más utilizados en las abrazaderas son el fierro fundido y el PVC. En el mercado se cuenta también con abrazaderas de bronce y acero inoxidable. La abrazadera es la parte de la toma domiciliaria que hace hermética la perforación de la tubería de la red y, mediante una salida llamada derivación, permite la interconexión con la tubería del ramal. Cuando se realice una interconexión de diferentes materiales metálicos, es necesario considerar las observaciones que se hacen sobre corrosión en el libro de conducciones.

B. **Llave de corte general:** Es un elemento fabricado generalmente con bronce, el cual permite el corte del flujo o cierre de la toma, para realizar reparaciones o limitar el servicio, sin necesidad de excavar el terreno del lugar en donde se encuentra la toma, ya que se tiene acceso desde el exterior a través de una arqueta de registro. Sus elementos de conexión varían dependiendo de los diferentes tipos de tubería que se utilicen en el ramal de la toma. La unión de una llave de corte general con la tubería de PEAD se debe realizar mediante un conector que funcione a base del sistema de compresión.

C. **Tubería rígida:** Este elemento se localiza entre la llave de corte general y el codo inferior del vertical, el material que se utiliza es cobre rígido. Su instalación es opcional, ya que se puede continuar con la tubería flexible.

D. **Codo inferior del cuadro:** Tiene como función unir la tubería del ramal con el cuadro de la toma, dependiendo de los materiales de la toma.

E. **Conectores y niples:** Son generalmente de bronce o PVC, permiten la unión entre las piezas que integran el ramal; se utilizan principalmente para la unión de la tubería con el insertor, la llave de corte general y el codo que une el ramal con el cuadro.

F. **Cuadro:** Es la parte de la toma domiciliaria que permite la instalación del contador, la válvula de antiretorno y la válvula de vaciado. En edificios plurifamiliares se ubican de forma centralizada en planta baja y son de registro público para las empresas distribuidoras del servicio.

Es conveniente mencionar que las dimensiones señaladas para el cuadro dependen de las regulaciones establecidas por cada organismo y de las ordenanzas municipales, así como de las especificaciones de la normativa vigente.

Recuerda....

Antes de ejecutar ningún tipo de acometida debemos comprobar las Ordenanzas municipales o de mancomunidad, que muy probablemente contengan información sobre las características de diseño de la acometida.

10.2.- Instalación de una acometida domiciliaria.

De la tubería de distribución puede derivarse la toma domiciliaria directamente, con abrazadera o silletas. Los diámetros máximos de derivación que se consideran aconsejables, por diámetro de la tubería y la forma de instalarse, se presentan, en la Tabla:



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 70 (CC BY-NC-SA)

Derivación directa

Derivación con abrazadera

Derivación por termofusión

Derivación directa

Es la que se hace conectando el insertor o la válvula de inserción en una perforación con cuerda hecha a la tubería.

Derivación con abrazadera

El uso de abrazadera permite derivaciones de mayor diámetro en comparación con las derivaciones directas. Pueden instalarse con la tubería vacía o trabajando a presión; en el primer caso se perfora la tubería antes de colocarse la abrazadera usando un taladro común o berbiquí con la broca adecuada para cada tipo de material; en el segundo caso, con la abrazadera y la válvula de inserción colocadas y perforando a través de ella, cuidando que el diámetro de la broca sea igual al interior de la inserción.

Derivación por termofusión

Las derivaciones en tubería de PEAD, se lleva a cabo por medio de una silleta; la unión entre esta y la tubería se realiza calentando la superficie de estos dos

componentes, hasta alcanzar el grado de fusión y después mediante una presión controlada sobre ambos elementos se logra una unión monolítica. Para hacer una transición entre el polietileno y otro tipo de material se dispone de uniones mecánicas y adaptadores del sistema de compresión. En la sección de procedimientos se describe el sistema de unión para tubería de PEAD.

Diámetro nominal de la tubería principal	Directa	Abrazadera
38 - 75 mm	No recomendable	19 mm
100 mm	No recomendable	25 mm
150 mm	13 mm	25 mm
200- 250 mm	19 mm	25 mm
Mayores	25 mm	38 mm

[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 12. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Pag 70 (CC BY-NC-SA)

En resumen...

https://www.youtube.com/embed/D-n_AgXE0cg

Video de instalación de una acometida domiciliaria

