EXCELENTÍSIMO AYUNTAMIENTO DE CÁCERES

REGLAMENTO DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS

ANEJO TÉCNICO

ÍNDICE PÁGINA

1. INTRODUCCIÓN 8

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN 8

3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA 8

4. INTERPRETACIÓN DEL ANEJO 8

5. DEFINICIONES 9

5.1. Presiones 9
5.2. Redes 10
5.3. Componentes 10
5.4. Diámetros 11
5.5. Acometidas 11
5.6. Parque 11

6. CRITERIOS DE DISEÑO 12

6.1. Planificación general 12
6.1.1. Información previa 12
6.1.2. Dotaciones, demandas y caudales 12
a) Dotaciones 12
a.1 Dotación urbana y residencial 12
a.2 Dotación para suelo terciario, dotacional e industrial 12
a.3 Dotación para zonas verdes 13
a.4 Estimación directa 13
b) Demandas 13
c) Caudales 13
6.1.3. Servicios afectados 14
6.1.4. Previsión de servicio a terceros y a futuro 14
6.2. Aducción 14
6.3. Red de distribución 15
6.4. Red de riego 16
6.4.1. Proyecto 16
6.4.2. Normas generales para diseño de redes de riego 16

7. ELEMENTOS DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA 16

7.1. Tuberías 17
7.1.1. Tubos de fundición dúctil 17
a) Tipo de fundición 17
b) Diámetros 17
c) Clase de espesor y presión de funcionamiento admisible 17
d) Tipos de juntas 18
d.1 Enchufe o junta automática flexible 18
d.2 Junta mecánica o EXPRESS. 19
d.3 Bridas 19
d.4 Anillos de junta 19
e) Piezas especiales 20
f) Revestimiento y protección de los tubos 20
f.1 Interior 20
f.2 Exterior 20
f.3 Protección exterior en obra 20
g) Criterios de aceptación y tolerancias 20

ÍNDICE (CONTINUACION) PÁGINA

g.1 Tolerancias en cuanto a longitud del tubo 21
g.2 Tolerancias relativas al espesor 21
7.1.2. Tubos de polietileno 21
a) Diámetros 21
b) Criterios de aceptación 22
c) Uniones 22
c.1 Soldadura a tope 22
c.2 Electrofusión 22
c.3 Con accesorios mecánicos 22
7.2. Equivalencia diámetros exteriores de tuberías según material y timbraje 23
7.3. Valvulería, hidrantes y ventosas 24
7.3.1. Válvulas de seccionamiento 24
a) Válvulas de mariposa 24
b) Válvulas de compuerta 25
c) Montaje de válvulas 26
7.3.2. Filtros 28
7.3.3. Desagües 28
7.3.4. Ventosas 28
7.3.5. Puntos de toma de muestras de cloro residual en red 29
7.3.6. Válvulas de retención 29
7.3.7. Hidrantes 29
7.3.8. Bocas de riego 30
7.4. Piezas especiales 30
7.4.1. Características de las piezas especiales 30
7.4.2. Montaje de codos, derivaciones y piezas especiales. Anclajes 31
7.5. Marcos y tapas de fundición 35
7.5.1. Registros de arquetas 35
7.5.2. Registros de válvulas 35
7.6. Elementos singulares de las redes de riego de parques y jardines 37
7.6.1. Arquetas 37
7.6.2. Emisores 37
7.6.3. Automatización 37
7.6.4. Red de bocas de riego 37
7.6.5. Horario de riego 37
8. CONDICIONES QUE SE DEBEN DE CUMPLIR EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS 38
8.1. Normativa consultada 38
8.2. Ubicación y montaje de tuberías 38
8.2.1. Interdistancias entre servicios 38
a) Paralelismo 38
b) Cruces 38
8.2.2. Diseño del subsuelo. Ubicación de la canalización. 39
a) Profundidad 39
b) Disposición relativa 39
c) Acceso a canalizaciones 39
8.2.3. Protecciones especiales 40
a) Hormigonado de la tubería 40
b) Envainado 40
8.2.4. Cruces con viario 40
a) Cruce de calzadas en calles 40
a.1 En caso de vías con tráfico intenso 41
a.2 En caso de vías con tráfico escaso 42
b) Cruce de carreteras con tuberías de abastecimiento 43
b.1 En hinca 43
b.2 En galería 44
8.2.5. Montaje de tuberías y accesorios 45

ÍNDICE (CONTINUACION) PÁGINA

8.3. Nudos tipo 46
8.3.1. Seccionamiento con dos ventosas 46
8.3.2. Seccionamiento con ventosa y desagüe 46
8.3.3. Seccionamiento con dos desagües 47
8.3.4. Seccionamiento con derivación y dos ventosas 47
8.3.5. Seccionamiento con derivación, ventosa y desagüe 47
8.3.6. Seccionamiento con derivación y dos desagües 48
8.3.7. Seccionamiento con dos derivaciones y dos ventosas 48
8.3.8. Seccionamiento con dos derivaciones, ventosa y desagüe 48
8.3.9. Seccionamiento con dos derivaciones y dos desagües 49
8.3.10. Válvulas reductoras de presión en paralelo 49
8.3.11. Válvulas reductoras de presión en configuración serie paralelo (disposición en ocho) 49
8.4. Depósitos 50
8.5. Zanjas y arquetas tipo 53
8.5.1. Dimensiones mínimas de zanja 53
8.5.2. Apertura y acondicionamiento de zanja 54
8.5.3. Arquetas 54
8.6. Relleno de zanja y reposición del firme 54
8.7. Pruebas de funcionamiento de la red, limpieza y desinfección de las conducciones 55
8.7.1. Etapa preliminar 55
8.7.2. Etapa principal o de puesta en carga 56
8.8. Limpieza y desinfección de la red 57
8.8.1. Limpieza interior 57
8.8.2. Elección del desinfectante 57
8.8.3. Desinfección de la red 57
a) Con hipoclorito sódico 57
b) Con otros desinfectantes 57
8.8.4. Limpieza exterior de la red 58
8.8.5. Conexiones con la red existente 58
9. ACOMETIDAS 58
9.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACOMETIDAS 58
9.2. ELEMENTOS DE QUE CONSTA LA ACOMETIDA 59
9.3. DIMENSIONADO DE LAS ACOMETIDAS 62
9.3.1. Acometidas para uso distinto a incendio 62
a) Cálculo del caudal a suministrar por la acometida $Q_{acometida}$ 62
a.1 Cálculo de $Q_{zonas\ de\ consumo}$ 62
a.2 Cálculo de $Q_{caudal\ continuo}$ 63
a.3 Cálculo de $Q_{fluxores}$ 63
b) Acometidas en caso de existir depósito regulador 64
c) Acometidas de riego 64
d) Diámetro de la acometida en función del caudal $Q_{acometida}$ 64
9.3.2. Acometida para protección contra incendio 65
a) Bocas e hidrantes a instalar 65
b) Diámetro de la acometida para protección contra incendio en función del caudal $Q_{acometida}$ 66
9.4. MATERIALES DE LAS ACOMETIDAS 67
9.4.1. Tubería 67
9.4.2. Pasamuros 67
9.4.3. Collarín de toma 67
a) Collarín de toma sin carga y en carga en tuberías de fundición 67
a.1 Descripción 67
a.2 Cabezales de collarín 68
a.3 Bandas para collarín 68

ÍNDICE (CONTINUACION) PÁGINA

b) Collarín de toma sin carga y en carga en tuberías de polietileno 68
c) Válvulas en escuadra 68
9.4.4. Válvulas para acometidas 68
a) Válvula de compuerta 68
b) Válvula de esfera 68
9.4.5. Válvulas para instalación de contadores 68
a) Válvula antes del contador 68
b) Grifo de comprobación 69
c) Válvula después del contador 69
9.4.6. Contadores 69

10. INSTALACIONES INTERIORES 69

ÍNDICE DE GRÁFICOS PÁGINA

Gráfico 1: Conexiones de tubería y valvulería 27
Gráfico 2: Anclajes verticales 32
Gráfico 3: Anclajes verticales 33
Gráfico 4: Fórmulas aplicables para el cálculo de los empujes en codos, derivaciones y piezas especiales 34
Gráfico 5: Registros de válvulas de diámetro inferior a 200 mm. 36
Gráfico 6: Confección de cruces de calzadas con tráfico intenso....41
Gráfico 7: Confección de cruces de calzadas con tráfico escaso....42
Gráfico 8: Sección transversal de tubería hincada 43
Gráfico 9: Sección longitudinal de hinca de tubería con válvulas de seccionamiento a ambos lados de la carretera. 44
Gráfico 10: Sección tipo en galería 44
Gráfico 11: Simbología empleada en los nudos 46
Gráfico 12: Seccionamiento con dos ventosas 46
Gráfico 13: Seccionamiento con ventosa y desagüe 46
Gráfico 14: Seccionamiento con dos desagües....47
Gráfico 15: Seccionamiento con derivación y dos ventosas....47
Gráfico 16: Seccionamiento con derivación, ventosa y desagüe....47
Gráfico 17: Seccionamiento con derivación y dos desagües....48
Gráfico 18: Seccionamiento con dos derivaciones y dos ventosas 48
Gráfico 19: Seccionamiento con dos derivaciones, ventosa y desagüe....48
Gráfico 20: Seccionamiento con dos derivaciones y dos desagües....49
Gráfico 21: Válvulas reductoras de presión en paralelo 49
Gráfico 22: Válvulas reductoras de presión en configuración serie paralelo (disposición en ocho)....49
Gráfico 23: Esquema de un depósito y sus elementos más relevantes 52
Gráfico 24: Dimensiones y cubicación de la zanja tipo....53
Gráfico 25: Pérdidas máximas de agua admisibles por kilómetro de tubería ensayada (expresadas en litros....56
Gráfico 26: Esquema para acometidas con contador de 13 A 40 mm 60
Gráfico 27: Detalle de registro de contador en pared (Contadores de 13 - 20 mm)....61

ÍNDICE DE TABLAS PÁGINA

Tabla 1: Presiones relativas a la red 9
Tabla 2: Presiones relativas a los componentes 9
Tabla 3: Dotaciones a considerar en el cálculo de las demandas en áreas urbanas y residenciales. 12
Tabla 4: Dotaciones a considerar en el cálculo de las demandas en zonas verdes 13
Tabla 5: Dotaciones para diversos usos del agua 13
Tabla 6: Presiones de funcionamiento admisibles para tuberías de fundición dúctil K=9 expresadas en Kg/cm^2 18
Tabla 7: Diámetros interiores de las tuberías de fundición dúctil 18
Tabla 8: Espesor del revestimiento interior de mortero de cemento en tubos de fundición dúctil 20
Tabla 9: Relación entre los diámetros nominales de las acometidas y el de la tubería de polietileno 22
Tabla 10: Equivalencia de diámetros exteriores de tuberías según material y timbraje 23
Tabla 11: Bridas, número de tornillos, métrica y la longitud para uniones entre piezas o válvulas 27
Tabla 12: Relación diámetro de la tubería – diámetro del desagüe 28
Tabla 13: Volúmenes mínimos de hormigón en anclajes expresados en litros 34
Tabla 14: Interdistancias mínimas entre servicios 38
Tabla 15: Diámetros mínimos del encamisado en caso de hinca 43
Tabla 16: Cajón prefabricado para alojamiento de tubería. 45
Tabla 17: Detalle de los productos químicos útiles para la desinfección de sistemas de distribución de agua. 58
Tabla 18: Dimensiones de la arqueta en función del calibre del contador 59
Tabla 19: Dimensiones del armario o cámara dependiendo del calibre del contador, según CTE 59
Tabla 20: Dimensiones de la cámara (suelo) dependiendo del calibre del contador 60
Tabla 21: Caudales unitarios para distintos tipos de zonas de abastecimiento 63
Tabla 22: Caudales para consumos no domésticos 63
Tabla 23: Factor de simultaneidad en el caso de fluxores. Caudal de cada fluxor 1,6 l/s 64
Tabla 24: Relación caudal instantáneo máximo – diámetro de la acometida 65
Tabla 25: Instalación de bocas de incendio e hidrantes según CTE 66
Tabla 26: Diámetro de la acometida para protección contra incendio 66

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento, planteado como un anejo técnico a la Ordenanza Reguladora del Servicio de Abastecimiento de Aguas de Cáceres y con la misma fuerza legal que ésta, pretende desarrollar los aspectos más ingenieriles involucrados en la gestión del ciclo integral de este preciado recurso. Se consigue con ello descargar el cuerpo normativo del documento de contenido que habría sido farragoso para su interpretación como norma legal dimanante de la administración local y, simultáneamente, dar cumplido desarrollo a sus aspectos técnicos, mejorando además la coherencia formal de la información aquí expuesta.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Normativa ha sido redactada para su aplicación dentro del área de cobertura del sistema de suministro de agua potable, tal y como se define en el artículo 3 del Reglamento.

Las obras a las que se aplicará este anejo son todas las que afectan a la red de abastecimiento de agua potable, tanto en la realización de nuevas instalaciones, como en la renovación o modificación de las redes existentes; así como a aquellas que vaya a recibir el Excmo. Ayuntamiento de terceros, incluyendo las redes de riego.

3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

En la redacción del presente Anejo se ha intentado superar el desfase tecnológico que supone la actual legislación relativa a tuberías, especialmente el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua del año 1974 y las hasta hace poco vigentes Normas Básicas para instalaciones interiores de suministro de agua. Por ello, este documento se basa fundamentalmente en la Guía Técnica sobre tuberías para transporte de agua a presión editada por el CEDEX y el reciente Código Técnico de la Edificación que son, sin duda, las referencias más actuales al respecto.

También se han consultado y adoptado especificaciones pertenecientes a otros Reglamentos municipales y Normas para el abastecimiento de agua.

4. INTERPRETACIÓN DEL ANEJO

Para toda cuestión suscitada respecto de la interpretación del presente Pliego, corresponderá al Ingeniero Jefe del Servicio o a la Inspección de Servicios, según corresponda, y siempre en colaboración con los técnicos de la entidad suministradora, en su caso.

Los proyectos de polígonos y urbanizaciones en el área de cobertura o que sean susceptibles de incorporarse al área de cobertura de las redes de agua del Municipio, deberán justificar en su memoria y en el Pliego de Condiciones, la conformidad de los mismos con el presente pliego; tanto en lo que respecta a materiales, como ejecución, instalación, etc.

Así mismo, dichos proyectos de urbanización deberán ser informados favorablemente por El Ayuntamiento con el apoyo técnico de la entidad suministradora, en su caso, en lo que respecta a las redes de agua potable, para su posterior tramitación.

5. DEFINICIONES

5.1. PRESIONES

Para la nomenclatura de presiones, tanto de la red como de sus componentes, se adopta la procedente de la norma UNE-EN 805:2000 que, si bien es diferente a la que se ha empleado hasta ahora en el ámbito técnico, debe convertirse con el paso del tiempo en el estándar.

Abreviatura	Designación	Definición
DP	Presión de diseño	Presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.
MDP	Presión máxima de diseño	Presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo el golpe de ariete.
OP	Presión de funcionamiento	Presión interna que aparece en un instante dado en un punto determinado de la red de abastecimiento de agua
SP	Presión de servicio	Presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor, con caudal nulo en la acometida.
STP	Presión de prueba	Presión hidrostática a la que se somete una instalación antes de su puesta en servicio a fin de comprobar su estanquidad, integridad y anclaje.

Tabla 1: Presiones relativas a la red

Abreviatura	Designación	Definición	Requerimientos
PFA	Presión de funcionamiento admisible	Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar de forma permanente.	PFA ≥ DP
PMA	Presión máxima admisible	Presión dinámica máxima, incluido el golpe de ariete, que un componente es capaz de soportar.	PMA ≥ MDP
PEA	Presión de prueba en obra admisible	Presión máxima que un componente recién instalado en obra es capaz de soportar, durante el periodo de prueba de la instalación.	PEA ≥ STP

Tabla 2: Presiones relativas a los componentes

Además de estas presiones, se tendrá en cuenta la siguiente definición de presión normalizada o nominal ya que es relevante a la hora de definir las características de los distintos elementos que configuran la red.

Presión normalizada o nominal (PN): Presión con arreglo a la cual se clasifican y timbran los tubos, accesorios, piezas especiales y elementos de la red.

La relación entre la presión normalizada (PN) y las presiones relativas a los componentes se especifican en las normas del producto, en su defecto se considera PN > PFA.

5.2. REDES

Red de abastecimiento — Conjunto de instalaciones que conectan las fuentes de suministro con las acometidas domiciliarias. Por su función específica se considera subdividida en cuatro fases encadenadas: captación, tratamiento, aducción y distribución.

1) Captación — Conjunto de instalaciones de regulación, derivación, alumbramiento y conducción de las aguas superficiales y subterráneas, desde las fuentes de suministro hasta las instalaciones de tratamiento. Comprende en el caso de Cáceres las instalaciones del embalse de Guadiloba, incluyendo la elevación y la conducción hasta la ETAP y las del Almonte, también con la inclusión de la elevadora y la tubería hasta el Guadiloba.

2) Tratamiento — Conjunto de instalaciones de potabilización necesarias para que el agua de suministro alcance los valores paramétricos que se señalan en el *Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano* o la normativa que en el futuro la sustituya. Correspondería a la estación de tratamiento de aguas potables (ETAP) de Cáceres.

3) Aducción — Conjunto de conducciones e instalaciones que conecta las estaciones de tratamiento con las redes de distribución. Debe mantenerse exenta de acometidas e hidrantes, a fin de no condicionar su régimen de explotación. En el caso de Cáceres existirían diversas arterias comprendidas en este apartado, especialmente las que conectan la ETAP con los depósitos reguladores, éstos entre sí (p. ej. Montaña – Cerro de los Pinos) y éstos con los puntos de alimentación de las zonas de consumo.

4) Distribución — Conjunto de conducciones e instalaciones que conecta los puntos de entrega de la red de aducción con las acometidas domiciliarias, conservando la calidad del agua frente a contaminación externa y siendo totalmente estanca. Su diseño, salvo excepción justificada, será mallado previéndose en todos los casos doble conexión a la aducción en el caso de nuevos desarrollos urbanos.

Ramal — Es la parte de la red de distribución cuyo trazado es abierto (no forma malla) y del que no se deriva ninguna otra tubería integrante de dicha red

Árbol — Es el mayor conjunto de ramales con un origen común

Malla — Contorno cerrado formado por tuberías de una red de abastecimiento por las que circula agua a presión, y que no contiene a su vez ningún otro contorno cerrado en su interior.

Polígono — Conjunto formado por el menor número posible de dispositivos de seccionamiento que permite dejar sin suministro cualquier punto de una red de distribución

Acometida — Conjunto de elementos interconectados que une la red de distribución con la instalación interior de un cliente

Hidrante — Elemento conectado normalmente en la red de distribución principal, con la finalidad de ser utilizado ante cualquier emergencia por el Servicio de Extinción de Incendios

Boca de Riego — Elemento singular colocado en la red de distribución principal con objeto de ser utilizado para toma de agua para riego y, en casos especiales, para el baldeo viario.

5.3. COMPONENTES

Tubo — Componente de sección transversal anular y diámetro interior uniforme, de eje recto cuyos extremos son lisos o con terminación en enchufe o en brida. Con relación a sus características mecánicas se pueden distinguir:

Tubo rígido — Tubo cuya capacidad de carga externa está limitada por la rotura sin deformación significativa de la sección (comportamiento rígido).

Tubo semirrígido — Tubo cuya capacidad de carga externa está limitada bien por la deformación y/o una tensión excesiva (comportamiento flexible), bien por la rotura (comportamiento rígido) en función de su rigidez anular y de las condiciones de instalación

Tubo flexible	Tubo cuya capacidad de carga externa está limitada por la deformación (ovalación y/o deformación circunferencial) bajo carga de estado límite última sin romperse o sin tensión excesiva (comportamiento flexible).
Elemento de unión	Pieza de enlace de extremos adyacentes de dos componentes que incluye elementos de estanquidad. Podemos distinguir entre:
Unión ajustable	Unión que permite una desviación angular significativa en el momento de la instalación y no posteriormente.
Unión flexible	Unión que permite una desviación angular significativa, tanto durante como después de la instalación y que permite un ligero desplazamiento diferencial entre ejes.
Unión rígida	Unión que no permite desviación angular significativa ni durante, ni después de la puesta en obra.
Pieza especial	Componente, distinto del tubo, que permite la derivación, el cambio de dirección o de diámetro. Entre otras, se definen como tales las piezas brida - enchufe, brida-extremo liso, codos y manguitos.
Elemento de maniobra y control	dispositivo que permite cortar o regular el caudal y la presión, por ejemplo, válvula de seccionamiento, válvula de regulación, válvula de aeración, válvula reductora de presión, válvula antiretorno, etc.
Accesorio	Otro componente incorporado a una conducción, como por ejemplo contra-bridas, tornillos y juntas para uniones acerrojadas, y dispositivos de toma en carga.
Revestimiento exterior	Material complementario aplicado a la superficie exterior de un componente con objeto de protegerlo contra la corrosión, del deterioro y/o del ataque químico.
Revestimiento interior	Material complementario aplicado a la superficie interior de un componente con objeto de protegerlo contra la corrosión, deterioro mecánico y/o ataque químico. La composición de este revestimiento interior deberá cumplir lo exigido en el *Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.*

5.4. DIÁMETROS

OD	**Diámetro exterior**	Diámetro exterior medio de la caña de tubo en una sección cualquiera. Para tubos perfilados exteriormente sobre la caña, se toma como diámetro exterior el diámetro máximo visto en corte.
ID	**Diámetro interior**	Diámetro interior medio de la caña del tubo en una sección cualquiera.
DN/ID o DN/OD	**Diámetro nominal**	Designación numérica del diámetro de un componente mediante un número entero aproximadamente igual a la dimensión real en milímetros. Esto se aplica tanto al diámetro interior (DN/ID) como al diámetro exterior (DN/OD), según Especificaciones de las Normas de Producto.

5.5. ACOMETIDAS

Los términos relativos a acometidas ya han sido descritos en el cuerpo principal del Reglamento.

5.6. PARQUE

Zona verde de cierta entidad en cuanto a superficie y diseño, que no se corresponda con medianas, glorietas, arbolado viario y pequeños espacios ajardinados.

6. CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios con que se han de diseñar las aducciones y la red de distribución son los siguientes:

6.1. PLANIFICACIÓN GENERAL

6.1.1. Información previa

Antes de proceder al estudio de un abastecimiento será necesario disponer de la siguiente documentación mínima:

- Plano altimétrico de la zona.
- Planos de ordenación y clasificación del suelo.
- Planos de situación de todos los servicios e instalaciones subterráneas y aéreas.
- Características máximas de población y superficie edificable (techo de planeamiento).

En general será necesaria toda aquella información que pueda ser relevante en el consumo de agua, no sólo de cara a los caudales medios sino también a los punta (p. ej. demanda industrial)

6.1.2. Dotaciones, demandas y caudales

Los caudales de consumo se calcularán considerando las dotaciones, las demandas y los coeficientes punta de consumo.

a) Dotaciones

Se denomina **dotación** al volumen de agua asignado a la unidad abastecida de población, vivienda o superficie urbana, en la unidad de tiempo. Habitualmente se expresa en litros por habitante y día (l/hab/d), metros cúbicos por vivienda y día (m^3/viv/d) y litros por metro cuadrado y día (l/m^2/d) o litros por hectárea y día (l/ha/d).

Se consideran como dotaciones específicas de suministro para los distintos usos del suelo previstos en planeamiento, las que se recogen en los siguientes apartados.

a.1 Dotación urbana y residencial

Viviendas multifamiliares		**Viviendas unifamiliares**	
Tamaño S_v **(m^2/viv)**	**Dotación (m^3/viv/d)**	**Superficie parcela** S_p**(m^2)**	**Dotación (m^3/viv/d)**
		$S_p < 200$	1,20
$S_v \leq 120$	0,90	$200 < S_p \leq 400$	1,60
$120 < S_v \leq 180$	1,05	$400 < S_p \leq 600$	2,00
$S_v > 180$	1,20	$600 < S_p \leq 800$	2,50
		$800 < S_P \leq 1.000$	3,00
		$S_P > 1.000$	3,00 añadiendo aparte las demandas de riego que excedan de 1,20 m^3/d calculadas según el apartado siguiente.

Tabla 3: Dotaciones a considerar en el cálculo de las demandas en áreas urbanas y residenciales

a.2 Dotación para suelo terciario, dotacional e industrial

Para este tipo de suelo se considerará en cualquier caso una dotación de 8,64 $l/m^2/d$, que se corresponde con un litro por segundo y hectárea.

Se contabilizarán adicionalmente las demandas puntuales superiores a dos veces los valores medios señalados.

a.3 Dotación para zonas verdes

ZONAS VERDES, COMUNES Y PUBLICAS	
Superficie de riego S_r (ha)	**Dotación (m^3/ha/d)**
$S_r \leq 3$	18
$S_r > 3$	Otras fuentes

Tabla 4: Dotaciones a considerar en el cálculo de las demandas en zonas verdes

a.4 Estimación directa

Cuando se disponga de los datos necesarios, se podrá emplear la siguiente tabla con objeto de afinar los valores obtenidos en los tres apartados anteriores.

TIPO DE CONSUMO	DOTACIÓN
Limpieza de calles	1,50 l/m^2 x día
Limpieza de mercados	6 l/m^2 x día
Limpieza de alcantarillas	25 l/m x día
Limpieza de patios	2 l/m^2 x día
Riego de jardines	6 l/m^2 x día
Hoteles	500 l/cama x día
Hospitales	1.000 l/cama x día
Escuelas	125 l/alumno x día
Oficinas	30 l/m^2 x día
Mataderos	500 l/cabeza x día
Mercados	700 l/puesto x día
Lavado de coches	200 l/ud. x día
Piscinas, baños y servicios públicos	2 l/habitante x día
Bares y espectáculos	1,50 l/habitante x día
Almacenes, tiendas y locales comerciales	2 l/habitante x día
Instalaciones oficiales	1,50 l/habitante x día
Boca de incendio 100 mm.	1.000 l/minuto
Boca de incendio 80 mm.	500 l/minuto

Tabla 5: Dotaciones para diversos usos del agua

b) Demandas

Se entiende por demanda al volumen de agua asignado a la población abastecida en una unidad de tiempo.

La demanda se calculará en función de todos los usos que se prevé que vayan a consumir agua en la zona a abastecer. Para su obtención, se tendrán en cuenta las dotaciones expresadas en los anteriores apartados específicas para uso urbano residencial, uso terciario, dotacional e industrial y zonas verdes comunes y públicas.

c) Caudales

Se denomina caudal medio (Q_m) de suministro al que correspondería si la demanda total se distribuyese de forma homogénea y continua en el tiempo. Así:

$$Q_m \text{ (l/s)} = \text{Demanda total } (m^3/d) / 86{,}4$$

Se denomina caudal punta (Q_p) al caudal de cálculo que resulte de aplicar al caudal medio el coeficiente punta instantáneo.

$$Q_p\ (l/s) = C_p \times Q_m\ (l/s)$$

El coeficiente punta instantáneo (Cp) es una constante adimensional que adopta el siguiente valor cuando es debido a oscilaciones de la demanda:

$$C_p = 1{,}8\ (1 + (1 / Q_m)^{0,5}) < 3$$

6.1.3. Servicios afectados

En los proyectos de urbanización, viales, edificios, etc. en los que se vean afectadas conducciones, acometidas y elementos de las redes de abastecimiento existentes, será responsabilidad del promotor la restitución y/o anulación a su cargo de dichos servicios, alojándolos a lo largo de los accesos o espacios públicos de libre acceso.

La restitución de éstos servicios lo será con los criterios y materiales previstos en el presente Reglamento, resolviendo el Ayuntamiento de Cáceres en aquellos casos en los que se propongan diversas alternativas posibles. Se garantizará en todo momento la funcionalidad del servicio restituido y las condiciones análogas de funcionamiento respecto de su estado original.

Si procede la anulación de conducciones, acometidas y elementos de las redes, deberá llevarse a cabo en el origen de las mismas, aun cuando sea en el exterior del ámbito de las obras.

Tanto para la restitución y/o anulación de cualquier elemento de la red deberá contarse con la autorización y ejecución del Ayuntamiento debiendo ser sufragado su coste por el promotor.

Durante la ejecución de las obras deberá mantenerse el servicio con las correspondientes garantías de caudales y sanitarias; estas operaciones serán por cuenta del promotor.

6.1.4. Previsión de servicio a terceros y a futuro

El Ayuntamiento de Cáceres podrá exigir en todo caso, que en los proyectos de urbanización, viales, edificios, etc. que contemplen la renovación o implantación de redes de abastecimiento, o bien la restitución de las mismas como servicio afectado, se tengan en cuenta los criterios de previsión de servicio a terceros a través de dichas redes, o de previsión de desarrollo a futuro establecidos el presente Reglamento o, en caso de posibles soluciones técnicas factibles, conforme a las especificaciones singulares emitidas por el Ayuntamiento.

Únicamente cuando el propio Ayuntamiento promueva la renovación o implantación de redes de abastecimiento en la zona de actuación, colaborará económicamente en su ejecución en la proporción que corresponda.

6.2. ADUCCIÓN

El trazado de la conducción de aducción deberá discurrir por espacios públicos siempre que sea posible. En caso contrario se aplicarán las normas de expropiación y uso correspondientes.

Aunque se procurarán evitar los tramos de difícil acceso, si esto no fuera posible se duplicará la tubería, sin disminuir la sección hidráulica equivalente, para evitar dilatados tiempos de desabastecimiento por labores de conservación.

En los tramos que discurran por terrenos accidentados, se suavizará la pendiente del trazado ascendente pudiendo ser más fuerte la descendente, refiriéndolos siempre al sentido de circulación del agua.

En aquellos puntos en los que se prevea la posibilidad de derivar una tubería para abastecer una futura red de distribución, se dejará instalada una derivación completa, integrada por válvula de corte (embridada) y pieza en T con diámetro de salida suficiente, arqueta de obra de fábrica y tapa de registro. En cada caso y, en función de los diámetros de los elementos y sus condiciones de servicio, se deberán anclar convenientemente.

La tubería de aducción no podrá alcanzar la línea piezométrica en ningún punto de su trazado.

El trazado de la conducción de aducción quedará dividido en tramos mediante la instalación de válvulas de corte, instalándose un desagüe en todos los puntos bajos relativos de cada tramo. Asimismo, se instalarán a cada lado de las válvulas, un dispositivo de purga automática de aire aguas arriba y un desagüe aguas abajo de la válvula en los tramos ascendentes, en el sentido de recorrido del agua, y al revés en los tramos descendentes.

Se instalarán dispositivos de purga automática de aire en los siguientes puntos de la tubería de aducción:

- A la salida de los depósitos.
- En todos los puntos altos relativos de cada tramo.
- Inmediatamente antes de cada válvula de corte, en los tramos ascendentes según el sentido de recorrido del agua, e inmediatamente después en los descendentes.
- En todos los cambios marcados de pendiente aunque no correspondan a puntos altos relativos.

Todos los dispositivos de purga automática de aire irán injertados en la generatriz superior de la tubería mediante una válvula de corte que posibilite su desmontaje.

6.3. RED DE DISTRIBUCIÓN

Las redes de distribución serán malladas en lo posible, eliminando puntos y situaciones que faciliten la contaminación o el deterioro del agua distribuida. Cada tubería que una dos nudos debe tener la posibilidad de ser seccionada y desaguada independientemente, de forma que se pueda proceder a realizar una reparación en ella sin afectar al resto de la malla. Para ello se dispondrán a la salida de los dos nudos válvulas de corte.

Únicamente en los lugares donde no sea posible continuar la red de distribución, como en los viales en fondo de saco, se permitirá instalar una red en forma de árbol. En estos casos, cada ramal comenzará siempre con una válvula de corte y terminará en una brida ciega donde se instalará un dispositivo de purga de agua injertado en la generatriz inferior de la tubería siempre que en su recorrido no existan puntos marcadamente bajos, en cuyo caso se instalará un desagüe en ellos.

La red se desarrollará siguiendo el trazado viario o por espacios públicos no edificables, mediante tramos lo más rectos posible.

En los viales de más de 15 m. de ancho se instalarán dos tuberías bajo ambas aceras. En los viales más estrechos se instalará una tubería preferentemente bajo la acera en la que se prevea la existencia de mayor número de acometidas. Si tuviera que discurrir bajo la calzada se procurará evitar la franja de 1,5 m de ancho a partir del bordillo de cada acera, donde se prevea la posibilidad de aparcamiento de vehículos.

Asimismo se instalarán dos tuberías en los trazados en los que pueda existir más de una acometida cada seis metros.

La red de distribución se dividirá en polígonos y el tamaño máximo de los mismos quedará limitado por los siguientes conceptos.

- No constará de más de dos mallas o de 1.000 m. de tubería.
- No abastecerá a más de 1.500 habitantes.
- La extensión superficial que encierre no superará las 4 Ha.

Tal y como se ha comentado anteriormente, las válvulas de corte que definen los polígonos, se instalarán próximas a las derivaciones y, en los puntos bajos relativos, de cada uno de ellos, se instalarán desagües con acometida al pozo de registro o imbornal de alcantarillado, siempre que éste exista.

Se instalarán mecanismos de purga automática de aire en tuberías de diámetro igual o superior a 300 mm y purgadores en el resto.

En los cruces de tuberías no se permitirá la instalación de accesorios en forma de cruz y se realizarán siempre mediante piezas en T de modo que forme el tramo recto la tubería de mayor diámetro.

Los diámetros de los accesorios en T, siempre que existan comercialmente, se corresponderán con los de las tuberías que unen, de forma que no sea necesario intercalar reducciones.

La red de tuberías de abastecimiento de agua potable debe discurrir, siempre a cota superior a la red de alcantarillado y saneamiento, electricidad y teléfono.

Las bocas de riego se agruparán en series con solo un injerto a la red, pudiéndose utilizar estas series como dispositivo de

purga de agua de los ramales.

En cuanto a la cartografía de red, ésta debe presentarse georreferencia con precisión submétrica.

6.4. RED DE RIEGO

6.4.1. Proyecto

En el caso de que se incluyan redes de riego en el ámbito de actuación, debe incluirse en el Proyecto de Urbanización un anejo específico (con encuadernación separada) de jardinería con toda su documentación (memoria, mediciones y presupuestos, planos ...), con el capítulo correspondientes de riego en el que se refleje el cálculo de las instalaciones (en el que se especifiquen diámetros y timbrajes de tuberías por secciones y sectores, especificaciones técnicas de los distintos emisores y demás elementos, solape de alcances, automatizaciones...).

Los planos habrán de recoger la ubicación exacta y tipología de todas las plantaciones y de la instalación de riego.

Deberá presentarse una copia del proyecto y planos en soporte digital de la obra realmente ejecutada.

6.4.2. Normas generales para diseño de redes de riego

Todas las zonas verdes, incluidas las plantaciones arbóreas en viales, deberán llevar su correspondiente sistema de riego (aspersión, difusión o goteo) que garantice una cobertura total.

La red de riego será independiente de la de abastecimiento.

Como norma general, los sectores de riego se diseñaran en anillo cerrado.

Nunca se mezclarán distintos tipos de emisores (ej: aspersores, difusores…) en un mismo sector de riego.

7. ELEMENTOS DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Se considera red de abastecimiento de agua al conjunto formado por los siguientes elementos: tuberías, elementos de maniobra y elementos complementarios.

Todos los materiales en contacto con el agua serán de calidad alimentaria y cumplirán la normativa vigente. Si el contacto se produce a través de protección, el material protegido, será también alimentario en previsión de fallos en la protección.

Forman las tuberías la sucesión de tubos convenientemente unidos, con la intercalación de aquellos otros elementos que permiten una económica y fácil instalación, además de facilitar la explotación del sistema.

El sistema empleado para la unión de tubos entre si, accesorios y restantes elementos se denomina junta, cuyo diseño depende del material base de la instalación.

Se denominan accesorios de forma, o simplemente accesorios, aquellos cuya utilización es tradicional y frecuente en una primera instalación de red general y permiten los cambios de dirección, derivaciones, reducciones y empalmes con otros elementos.

Se denominan piezas especiales aquellas cuya utilización es menos generalizada en una primera instalación de red de distribución, y, por tanto, sus condiciones de diseño y fabricación no se contemplan en normativas oficiales (UNE, ISO, DIN, etc.)

Al igual que las juntas, los accesorios y piezas especiales dependen del material base de la conducción, por lo que, respecto a ello, se distinguen distintas clases de tuberías en redes de distribución. Para cualquiera de estas clases que se describen en los siguientes apartados, los técnicos de la entidad suministradora podrán conocer en todo momento el proceso de fabricación, así como las características de cada uno de sus componentes, controles de calidad en fábrica y pruebas a realizar durante el proceso y acabado.

Los Técnicos del Servicio de agua son los encargados, en todo momento, de indicar cuales son los puntos de la red a partir de los que se suministrará agua a las nuevas redes o suministros que se conecten a la red de distribución de agua potable existente. Es competencia de dichos Técnicos el fijar la presión con que se suministrará agua a las urbanizaciones o abonados que se incorporen al suministro de agua del Municipio.

Por razones de normalización, mantenimiento, etc., los materiales admitidos en el proyecto y construcción de redes de aducción y distribución en el término municipal de Cáceres son los que se desarrollan a continuación.

7.1. TUBERÍAS

En el presente apartado se atenderá especialmente a la *Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión* publicada por el CEDEX. Si bien dicha guía no tiene valor legal en el momento de redactar el presente anejo, estando aún vigente el *Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua* aprobado por la Orden de 28 de julio de 1974 huelga objetar que este último se encuentra absolutamente desfasado en casi todo su contenido. Su adopción como texto de referencia iría contra el objeto del presente reglamento de adaptar a la técnica actual las infraestructuras del agua.

7.1.1. Tubos de fundición dúctil

a) *Tipo de fundición*

La fundición empleada para los tubos y piezas especiales será siempre dúctil. Sólo se empleará otro tipo de fundición en casos especiales a determinar por los técnicos responsables de la entidad suministradora, y sólo para piezas especiales en función de la disponibilidad del material necesario en el mercado, haciéndose referencia en este apartado sólo a los tubos de fundición dúctil (esferoidal).

Se adoptará en los cálculos como peso específico de la fundición setecientas quince centésimas de kilogramo/decímetro cúbico (7,15 Kg/dm^3).

b) *Diámetros*

Se admitirán los diámetros nominales de la serie: 80 (con reservas), 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600 y 800 mm. Se podrán utilizar también diámetros superiores previa justificación, por lo que esta serie no es exclusiva. En relación con el diámetro de 80 mm, debe justificarse su utilización y sólo será admitido en aquellos casos en los que la adopción del inmediatamente superior suponga un incremento inaceptable del tiempo de retención del agua en la tubería.

Las tuberías y accesorios de fundición deberán cumplir las especificaciones establecidas en las siguientes normas: *UNE-EN 545:2002, UNE-EN 681-1:1996, UNE-EN 681-1/A1:1999 e ISO 7005-2:1988.*

c) *Clase de espesor y presión de funcionamiento admisible*

Los tubos de fundición se fabrican bajo determinadas "clases de espesor", de manera que el espesor del tubo queda determinado en función del diámetro nominal (DN) y de la "clase de espesor" de que se trate. Además los tubos de fundición dúctil pueden estar unidos mediante diversos tipos de juntas que se desarrollarán más adelante, siendo diferente los parámetros de clasificación según éstas.

El espesor de los tubos viene dado por la expresión:

$$e = K\,(0{,}5 + 0{,}001DN)$$

Siendo:

e = espesor de pared en mm.

DN= diámetro nominal en mm.

K = clase de espesor, que es un coeficiente según el cual se clasifican los tubos.

Los tubos a usar, salvo indicación contraria, pertenecerán siempre a la serie en la que K = 9, con lo que la expresión del espesor es:

$$e = 4,5 + 0,009\ DN$$

En la siguiente tabla se reflejan para la serie de diámetros nominales de los tubos de la serie K=9 las presiones de funcionamiento admisibles (PFA) que, como puede observarse, son muy superiores a las habituales en redes de distribución de agua potable.

Diámetro mm	**PFA Kg/cm^2**
80	86,7
100	86,7
150	80,6
200	63,2
250	55,1
300	50,0
400	42,8
500	38,7
600	36,7
800	32,6

Tabla 6: Presiones de funcionamiento admisibles para tuberías de fundición dúctil K=9 expresadas en Kg/cm^2

En función de todo lo descrito, se reflejan en la siguiente tabla los diámetros interiores de los tubos de fundición dúctil en función de su diámetro nominal y su valor K.

DN	**Diámetros interiores**		
	FD K9	**FD K10**	**FD K12**
80	86,0	86,0	84,1
100	106,0	106,0	103,6
125	132,0	131,4	129,0
150	158,0	157,0	154,4
200	209,4	208,0	205,2
250	260,4	259,0	256,0
300	311,6	310,0	306,8
350	362,6	361,0	357,6
400	412,8	411,0	407,4
450	462,8	461,0	457,2
500	514,0	512,0	508,0
600	615,2	613,0	608,6
700	716,4	714,0	709,2
800	818,6	816,0	810,8

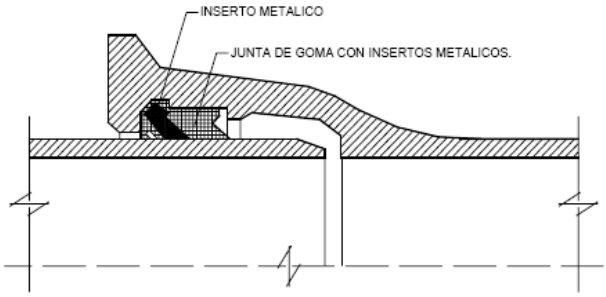
Tabla 7: Diámetros interiores de las tuberías de fundición dúctil

d) Tipos de juntas

Las uniones, independientemente de su tipología, deben cumplir lo especificado en la norma UNE-EN 545:1995. A continuación se describen las de uso autorizado más habitual.

En cuanto a las desviaciones angulares permitidas por cada tipo de junta, se estará a lo dispuesto en la tabla 8 de la Guía Técnica del CEDEX, basada en la Norma UNE-EN 545:1995.

d.1 Enchufe o junta automática flexible



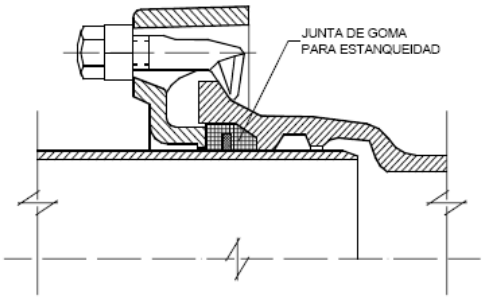
UNION DE ENCHUFE Y EXTREMO LISO.

Las juntas con enchufe serán de tipo automático, lo que supone que no es necesaria ninguna operación adicional a la introducción del extremo liso del tubo en el enchufe hasta alcanzar la marca rotulada por el fabricante. Esta junta une los extremos de dos tubos terminados respectivamente en enchufe y extremo liso. La estanqueidad se obtiene mediante la compresión de que el extremo liso ejerce sobre un anillo de goma. Sería un tipo de unión flexible, pues permite una desviación angular significativa entre dos tubos consecutivos, tanto durante el montaje como posteriormente.

El material utilizado para los anillos de junta será una goma natural o sintética en conformidad con la Norma Internacional ISO 4633-1983. En la Norma Internacional ISO 2230-1973 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

Los tubos con enchufes de fundición dúctil serán centrifugados en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-1986. La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm^2. El alargamiento mínimo a la rotura será de un 10 % para los diámetros nominales de 60 a 1000 mm, y de un 7 % para los diámetros nominales de 1200 a 2000 mm.

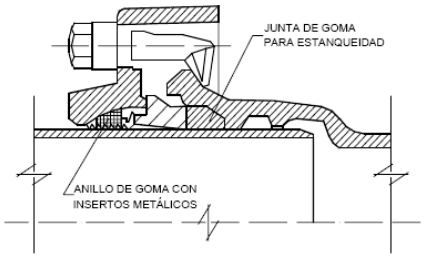
d.2 Junta mecánica o EXPRESS.



UNION MECANICA.

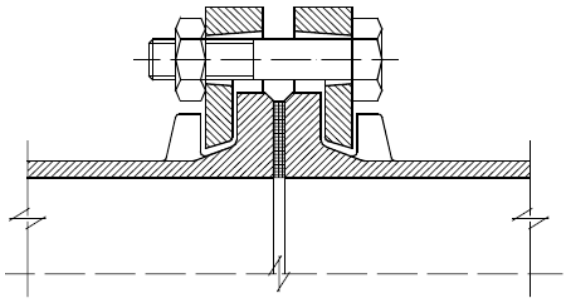
Une, al igual que la anterior, dos tubos terminados en enchufe y extremo liso pero en este caso la estanqueidad se consigue con la compresión de una arandela de caucho producida por una contrabrida que la oprime. Está compuesta por arandela de caucho, contrabrida de fundición dúctil, bulones (igualmente en fundición dúctil) y tuercas en forma de caperuza que protege toda la rosca vulgarmente denominadas “conguitos”. También sería un tipo de unión flexible.

Un tipo especial de junta mecánica es la denominada “acerrojada” que se diferencia fundamentalmente en que el extremo liso de la unión lleva un cordón de soldadura perimetral sobre el que se asienta la contrabrida. La ventaja de este tipo de unión es que soporta de forma muy adecuada las tracciones que tienden a sacar el extremo liso del enchufe destruyendo la unión. Las juntas automáticas y mecánicas normales no tienen esta propiedad. Por ello, cuando se trate de terrenos con una pendiente superior al 25% será recomendable utilizar este tipo de uniones.



UNION ACERROJADA.

d.3 Bridas



UNION CON BRIDAS (Moviles).

Los tubos con bridas serán de fundición dúctil centrifugados y llevarán soldadas las bridas en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-1986. Sólo se empleará para la unión a piezas especiales y algún caso especial a determinar por la entidad suministradora. La arandela de junta de bridas tendrá un espesor mínimo de 3 mm y estará reforzada si fuese necesario. Sería un tipo de unión rígida, pues no permite ninguna desviación angular significativa entre tubos consecutivos una vez que se aprietan los tornillos.

d.4 Anillos de junta

El material utilizado para los anillos de junta (automática, mecánica o de brida) será una goma natural o sintética de

conformidad con la Norma Internacional ISO 4633-1983. En la Norma Internacional ISO 2230-1973 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

e) *Piezas especiales*

Las piezas especiales de fundición dúctil serán moldeadas en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-1986. La resistencia mínima a la tracción será de 400 N/mm^2. El alargamiento mínimo a la rotura será de un 5 %. Las piezas especiales serán sometidas en fábrica a un control de estanqueidad mediante aire a una presión de 1 bar, o bien, en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-1986. Las piezas, con excepción de los manguitos, serán de junta automática. Los manguitos serán de junta mecánica. La arandela de junta de bridas tendrá un espesor mínimo de 3 mm y estará reforzada si fuese necesario.

La clase de espesor de las piezas especiales, con excepción de las tes, será K12; mientras que la clase de espesor de las tes será K14 en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-1986.

Las piezas especiales estarán revestidas interiormente y exteriormente de pintura epoxi con tratamiento previo de pasivación; con un espesor mínimo de 60 micras.

f) *Revestimiento y protección de los tubos*

f.1 *Interior*

Los tubos estarán revestidos de mortero de cemento en conformidad con la Norma Internacional ISO 4179-1985. El cemento será un cemento de horno o equivalente. Los espesores del mortero de cemento están definidos en el cuadro siguiente:

DN	**Espesores (mm)**		
	Normal	**Valor medio mínimo**	**Valor mínimo de un punto**
60- 300	3	2,5	1,5
350- 600	5	4,5	2,5
700-1200	6	5,5	3,0
1400-2000	9	8,0	4,0

Tabla 8: Espesor del revestimiento interior de mortero de cemento en tubos de fundición dúctil

f.2 *Exterior*

Los tubos estarán revestidos exteriormente de cinc metálico en conformidad con la Norma Internacional ISO 8179-1985, con una cantidad de cinc depositada no inferior a 130 g/m^2. Después del cincado los tubos serán revestidos por una pintura bituminosa, cuyo promedio de espesor no será inferior a 70 micras, en conformidad con la Norma Internacional ISO 8179-1985.

La Protección en obra por manga de polietileno: Si se pide en la lista de piezas, los tubos serán protegidos en obra por una manga de polietileno en conformidad con la Norma Internacional ISO 8180-1985, con un espesor mínimo de la manga de 200 micrones.

f.3 *Protección exterior en obra*

En el supuesto de niveles freáticos altos o terrenos agresivos, las tuberías de fundición dúctil podrán ser protegidas en obra por una manga de polietileno en conformidad con la Norma Internacional ISO 8180-1985, siendo el espesor mínimo de la manga de 200 micras. Las piezas especiales de fundición dúctil estarán revestidas interior y exteriormente con pintura bituminosa, de un espesor mínimo de 60 micras.

g) *Criterios de aceptación y tolerancias*

Los tubos, uniones, y accesorios deberán cumplir las siguientes condiciones en su recepción en obra:

- Deberán estar sanos y exentos de defectos de superficie y de cualquier otro que pueda tener influencia en su resistencia y comportamiento.

- Las superficies interiores y exteriores estarán limpias, bien terminadas y perfectamente lisas.

- Deberán cumplir la norma ISO 1083.

Cualquier tubo o pieza cuyos defectos se hayan ocultado por soldadura, mastique, plomo o cualquier otro procedimiento serán rechazados. El mismo criterio se seguirá respecto a la obturación de fugas por calafateo o cualquier otro sistema. Los tubos, uniones y piezas que presenten pequeñas imperfecciones inevitables a consecuencia del proceso de fabricación y que no perjudiquen al servicio para el que están destinados, no serán rechazados.

Se rechazarán todos los tubos y piezas cuyas dimensiones sobrepasen las tolerancias admitidas. Todos los tubos de los que se hayan separado anillos o probetas para los ensayos serán aceptados como si tuvieran la longitud total. Los tubos y piezas pesados y aceptados serán separados por el Director de Obra o representante autorizado del mismo y contratista; y claramente marcados con un punzón. Cualquier otra marca exigida por el comprador se señalará en sitio visible con pintura sobre las piezas.

g.1 Tolerancias en cuanto a longitud del tubo

Se entenderá como longitud de los tubos la nominal entre extremos en los tubos lisos, o la útil en los tubos de enchufe. La longitud no será menor de tres (3) metros ni mayor de seis (6) metros, salvo casos especiales. Las longitudes habituales pueden consultarse en la tabla 8 de la Guía Técnica del CEDEX (página 61).

Las tolerancias en lo que se refiere a longitud para la admisión de fundición dúctil será de ±10 mm en el caso de tubos con bridas y de ±30 mm en el caso de tubos con enchufe.

En el caso que se pidan tolerancias menores, por ejemplo, para piezas unidas con bridas se fijarán específicamente, pero no podrán ser inferiores a más o menos un (1) milímetro.

g.2 Tolerancias relativas al espesor

En este caso también será de aplicación la Tabla 8 de la página 61 del la Guía Técnica del CEDEX, elaborada a partir de la Norma UNE-EN 545:1995.

7.1.2. Tubos de polietileno

La tubería de Polietileno (PE) se utilizará para la realización de acometidas individuales (una única finca, ya sea de una o varias viviendas) y nunca en calidad inferior a PE100 y PN16. También se podrá utilizar, si el agua no es muy dura (Cálcica), para canalizaciones de distribución de hasta 110 mm de diámetro exterior.

En el caso de redes de riego será necesario que todas las conducciones sean de polietileno alimentario de timbraje 16 atm hasta la última llave de corte o electroválvula, y de 10 atm en los ramales abiertos.

a) Diámetros

Los diámetros exteriores normalizados estarán dentro de la siguiente gama: 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225 y 280 mm.

En la siguiente tabla se muestra la relación entre los diámetros nominales de las acometidas y las tuberías de polietileno que las configuran.

DN Acometida	DN Tubería de polietileno
20	25
25	32
30	40
40	50
50	63
65	75
80	90

100	110
125	140
150	180
200	225
250	280

Tabla 9: Relación entre los diámetros nominales de las acometidas y el de la tubería de polietileno

b) Criterios de aceptación

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar. Las condiciones de funcionamiento de las juntas y uniones deberán ser justificadas con los ensayos realizados en un laboratorio oficial, y no serán inferiores a las correspondientes al propio tubo.

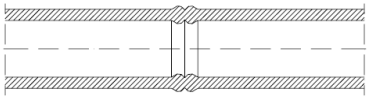
c) Uniones

De forma expresa quedan prohibidas en todo momento las uniones encoladas.

Los tipos de uniones habituales en los tubos de PE son las siguientes:

- Unión soldada térmicamente a tope
- Unión por electrofusión
- Unión mediante accesorios mecánicos

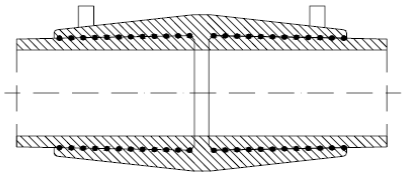
c.1 Soldadura a tope



UNIÓN POR SOLDADURA A TOPE

La unión por soldadura a tope consiste en calentar los extremos de los tubos con una placa calefactora a una temperatura de 210ºC y, a continuación, comunicar una determinada presión previamente tabulada.

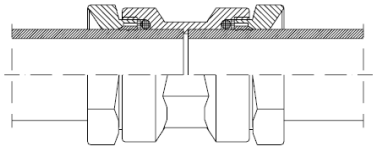
c.2 Electrofusión



UNIÓN POR ELECTROFUSIÓN

La unión por electrofusión requiere rodear a los tubos a unir por unos accesorios que tienen en su interior unas espiras metálicas por las que se hace pasar una corriente eléctrica de baja tensión (24-40V), de manera que se origine un calentamiento (efecto Joule) que suelda el tubo con el accesorio.

c.3 Con accesorios mecánicos



UNIÓN CON ACCESORIOS MECÁNICOS

La unión por accesorios mecánicos (usualmente de polipropileno, si bien también los hay de latón) obtiene la estanquidad al comprimir una junta sobre el tubo, a la vez que el elemento de agarre se clava ligeramente sobre el mismo para evitar el arrancamiento.

7.2. EQUIVALENCIA DIÁMETROS EXTERIORES DE TUBERÍAS SEGÚN MATERIAL Y TIMBRAJE

Seguidamente se adjunta una tabla con la equivalencia de los diámetros exteriores de los distintos tipos de tubería según sea el diámetro nominal, el material y el timbraje de los mismos.

DN		DIÁMETROS EXTERIORES (OD) DE LAS TUBERÍAS									
milímetros	pulgadas	PE-PVC	Fundición dúctil	FIBROCEMENTO						Acero	Fundición gris
				A	B	C	D	E	F		
10	3/8	16	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15	1/2	20	*	*	*	*	*	*	*	*	*
20	3/4	25	*	*	*	*	*	*	*	27	*
25	1	32	*	*	*	*	*	*	*	33,1	*
32	1 1/4	40	*	*	*	*	*	*	*	42,4	*
40	1 1/2	50	*	*	*	*	*	*	*	48,3	54
50	2	63	*	*	*	*	66	66	66	60,3	68
60	2 1/2	*	77	*	*	76	76	76	76	67-70	*
65	2 1/2	75	*	*	*	*	*	*	*	76	*
70	3	*	*	*	*	86	86	88	88	82,5	*
80	3	90	98	*	98	98	98	100	100	89	95,5
100	4	110	118	116	118	118	122	124	124	108 114	122
125	5	125 140	144	143	143	145	149	155	155	133	150
150	6	160 180	170	170	170	174	178	186	186	159 168,3	177
175	7	*	*	195	197	203	207	217	217	185 193	205
200	8	200	222	222	224	232	236	248	248	211 216 219,1	232
225	9	*	*	*	*	*	*	*	*	244	259
250	10	250 280	274	272	280	284	292	300	310	267 273	286
275	11	*	300	*	*	*	*	*	*	292	*
300	12	315	326	324	334	340	350	360	372	316 326	334
325	13	*	352	*	*	*	*	*	*	343	362
350	14	355	378	378	388	398	408	420	434	356 368	386,5
400	16	400	429	432	442	454	468	480	496	406 419	439,5
450	18	450	480	486	496	510	526	540	558	467 470	492
500	20	500 560	532	540	550	568	584	600	620	508 521	545
600	24	630	635	644	660	680	700	720	744	610 622	650
700	28	710	738	748	770	784	812	840	868	711 720	755
800	32	800	842	852	880	896	928	960	992	*	*
900	36	900	945	956	990	1.008	1.044	*	*	*	*
1.000	40	1.000	1.048	1.060	1.100	*	*	*	*	*	*

Tabla 10: Equivalencia de diámetros exteriores de tuberías según material y timbraje

7.3. VALVULERÍA, HIDRANTES Y VENTOSAS

7.3.1. Válvulas de seccionamiento

Son dispositivos hidromecánicos destinados a cerrar el paso del agua en una tubería mediante un obturador. Su funcionamiento será, para todos los tipos, de apertura y cierre totales, correspondiendo las posiciones intermedias a situaciones provisionales o excepcionales.

En su construcción se harán servir únicamente materiales resistentes a la corrosión, a saber: fundición dúctil, bronce, acero fundido, acero inoxidable y caucho.

El cuerpo de estos elementos tendrá que ser bastante resistente para soportar sin deformación las presiones de servicio y las sobrepresiones que se puedan producir, con un mínimo de 16 Kg/cm^2 nominales, a excepción de las ventosas. Las válvulas que se tengan que accionar manualmente, tendrán que ser capaces de abrir y cerrar con presión sobre una sola cara sin esfuerzos excesivos.

Dentro de este grupo las más utilizadas son: la válvula de compuerta y la válvula de mariposa.

a) *Válvulas de mariposa*

La válvula de mariposa se utiliza en el seccionamiento de fluidos a presión, mediante un obturador en forma de disco o lenteja que gira diametralmente sobre un eje o muñones solidarios con el obturador.

Habitualmente, su funcionamiento será de apertura o cierre totales. Excepcionalmente, y en particular en operaciones de desagüe, podrán utilizarse para regulación, en este caso habrá que tener en cuenta las condiciones hidráulicas del flujo para evitar el fenómeno de la cavitación que se produciría si la presión absoluta aguas abajo fuera inferior a la presión atmosférica.

Las válvulas de mariposa se utilizarán en diámetros nominales iguales o superiores a 300 mm, y en aquellos inferiores para los que el gálibo disponible no permita la instalación de una válvula de compuerta, así como en desagües de arterias e instalaciones especiales.

Los materiales utilizados en la construcción de los principales componentes de las válvulas serán los siguientes:

- El cuerpo será de fundición nodular según norma UNE 36.118 FGE 38.17 o FGE 42.12 (aproximadamente equivalentes a GGG-40 según DIN 1.693)

- El eje se construirá en acero inoxidable martensítico laminado o forjado con el 13 % de cromo, según norma UNE 30.016

- La mariposa será de acero inoxidable o bronce, según norma UNE 36.257 o AISI 316.

- El revestimiento del cuerpo será epoxy de 150 micras de espesor.

El anillo será elástico, amovible, cubriendo todo el interior del cuerpo y aislando el fluido transportado, de tal forma que se asegure la estanqueidad aguas arriba y aguas abajo de la válvula; y a lo largo de las bridas y al paso de los ejes. Se empleara como material EPDM.

Los cojinetes serán autolubricantes con rodamientos de agujas en cajas estancas, para los mayores diámetros, realizados en acero revestido con PTFE.

La tornillería, en caso de llevarla, será de acero inoxidable.

Los desmultiplicadores serán diseñados para el accionamiento de válvulas de 1/4 de vuelta con pletinas de montaje según norma ISO 5211. La carcasa y base serán de acero fundido o fundición dúctil GGG-40. Los mecanismos y pasadores de accionamiento realizados en acero.

No se podrán utilizar válvulas de mariposa accionadas mediante palanca de un cuarto de vuelta.

Las válvulas de mariposa irán dotadas de su correspondiente desmultiplicador, además de volante de señalización visual que permita al operario conocer desde el exterior el estado de apertura de válvula, así como el correcto funcionamiento de

las mismas.

b) *Válvulas de compuerta*

La válvula de compuerta se utiliza en el seccionamiento de conducciones de fluido a presión, mediante un obturador deslizante dentro de un cuerpo o carcasa. Por su propio diseño la válvula funcionará en dos posiciones básicas: abierta o cerrada. Las posiciones intermedias adquieren, por tanto, un carácter de provisionalidad.

Para la red de abastecimiento se utilizan válvulas de diámetros nominales comprendidos entre 50 y 300 mm inclusive.

Las presiones normalizadas, en atmósferas, serán PN 10, 16, 25 y excepcionalmente 40, conforme a la norma *UNE-EN 1333:1996*. No obstante, en la red de distribución y en acometidas se utilizará, como mínimo y con carácter general, salvo especificación en contrario, las válvulas para PN 16.

La válvula de compuerta está constituida, como elementos esenciales por:

- Un cuerpo en forma de T, con dos juntas o extremos de unión a la conducción asegurando la continuidad hidráulica y mecánica de ésta, y otro elemento que fija éste a la cúpula o tapa.

- Obturador de disco, que se mueve en el interior del cuerpo, al ser accionado el mecanismo de maniobra, con movimiento ascendente-descendente por medio de un husillo o eje perpendicular al eje de la tubería o circulación del fluido.

- Husillo o eje de maniobra, roscado a una tuerca fijada al obturador sobre la que actúa, produciendo un desplazamiento de éste. El giro se realiza mediante apoyo de su parte superior sobre el tejuelo o soporte.

- Tapa, elemento instalado sobre el cuerpo, en cuyo interior se aloja el husillo.

- Juntas de estanqueidad, que aseguran ésta entre el cuerpo y la tapa, y entre ésta y el husillo.

El cierre, de la válvula a instalar, se realizará mediante giro del volante o cabeza del husillo en el sentido de las agujas del reloj, consiguiéndose la compresión de todo el obturador en el perímetro interno de la parte tubular del cuerpo. Este obturador estará totalmente recubierto de elastómero, por lo que el cuerpo no llevará ninguna acanaladura en su parte interior que pueda producir el cizallamiento total o parcial del elastómero.

El sentido de giro para la maniobra de cierre o apertura deberá indicarse en el volante, cuadrado del husillo o lugar visible de la tapa. El cierre de la válvula se realizará en sentido horario.

Realizada la maniobra de apertura en su totalidad, no deberá apreciarse ningún estrechamiento de la sección de paso, es decir, que ninguna fracción del obturador podrá sobresalir en parte tubular de la válvula.

El diseño de la válvula será tal, que sea posible desmontar y retirar el obturador sin necesidad de desmontar la válvula. Asimismo deberá permitir sustituir los elementos impermeabilizados del mecanismo de maniobra, o restablecer la impermeabilidad, estando la conducción en servicio, sin necesidad de desmontar la válvula ni el obturador.

Las válvulas de compuerta a instalar serán de asiento elástico y para una presión mínima de trabajo de 16 Kg/cm^2. Los materiales utilizados en su construcción y sus características serán:

- Estanqueidad perfecta conseguida por compresión del elastómero de la compuerta.

- Eliminación de frotamiento en las zonas de estanqueidad.

- Pares de maniobra por debajo de los prescritos en las normas ISO y NF.

- Cuerpo y tapa de fundición dúctil. Cumplirá la normativa GS-400.15 según AENOR NF A 32.201 equivalente a la GGG-50 según DIN 1.693.

- Eje de maniobra en acero inoxidable forjado en frío al 13% de cromo.

- Compuerta en fundición dúctil revestida totalmente.

- Tuerca de maniobra en aleación de cobre.

- Ausencia de tornillería visible para la unión de tapa y cuerpo, o tornillería de acero protegida contra la corrosión mediante un sellado de resina o mastic.

- Compuerta totalmente revestida de elastómero incluso el alojamiento de la tuerca y el paso del ojo.

- Revestimiento interior y exterior mediante empolvado epoxi con un espesor mínimo de 150 micras.

- Unión mediante bridas de acuerdo con normativa ISO PN 10 o ISO PN 16.

Las válvulas deberán de resistir las condiciones extremas provocadas por:

- Golpes de ariete hidráulicos hasta el 20 % superior a la presión de servicio.

- Velocidad de circulación del líquido de hasta 4 m/seg.

- Un ritmo de trabajo de hasta 10 maniobras por hora de servicio continuo.

Deberán de cumplir las pruebas de estanqueidad:

- A 20 °C aguas arriba - aguas abajo

- Resistencia del cuerpo a 1,5 veces la presión de diseño.

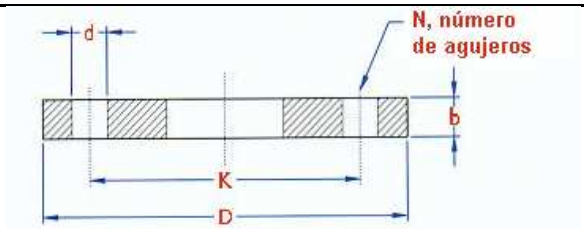
Las válvulas estarán sometidas a un control de calidad de acuerdo con la norma ISO 5208, y estarán registradas según norma ISO 9001.

c) *Montaje de válvulas*

Para diámetros de hasta 200 mm se utilizarán siempre válvulas de compuerta, que podrán instalarse sin arquetas, empleando las alargaderas correspondientes y un registro en la acera, que deberá ser siempre de la misma marca que la válvula, para manejo de la misma. En casos excepcionales, ya sea por funcionalidad del elemento regulador o por la ubicación del mismo, se instalarán en arquetas de obra con dimensiones suficientes que permitan la maniobra y mantenimiento de la válvula.

Para diámetros superiores o iguales a 250 mm se utilizarán siempre válvulas de compuerta o mariposa que se instalarán en arqueta de obra, de hormigón armado o no según sea la ubicación en calzada o acera.

Las válvulas siempre se instalarán entre dos enlaces brida-enchufe (para fundición) o brida-universal (en materiales preinstalados) colocando por medio una junta de goma o caucho y abrochados con tornillos cincados de rosca métrica según DIN 933 de las dimensiones conforme a la Tabla 11 y según Gráfico 1.



DN		Dimensiones según DIN 2502 - PN 16					Piezas	Válvulas
mm.	**PULGADAS**	**D**	**N**	**d**	**K**	**b**	**(n° tornillos/junta)**	**(n° tornillos/válvula)**
60 (1)	2 1/2"	185	4	18	145	18	4 M16x 70	4 M16 x 110
80 (1)	3"	200	8	18	160	20	8 M16x 70	8 M16 x 110
100	4"	220	8	18	180	20	8 M16x 70	8 M16 x 110
125 (1)	5"	250	8	18	210	22	8 M16x 70	8 M16 x 110
150	6"	285	8	22	240	22	8 M20 x 70	8 M20 x 150
200	8"	340	12	22	295	24	12 M20 x 80	12 M20 x 150

250 (1)	10"	405	12	26	355	26	12 M24 x 90	12 M24 x 150
300	12"	460	12	26	410	28	12 M24 x 90	12 M24 x 150
350 (1)	14"	520	16	26	470	30	16 M24 x 110	16 M24 x 150
400	16"	580	16	30	525	32	16 M27 x 110	16 M27 x 150

Tabla 11: Bridas, número de tornillos, métrica y la longitud para uniones entre piezas o válvulas

(1) Se trata de diámetros nominales que han quedado fuera de uso, por lo que lo especificado en la tabla tan sólo tiene validez para renovación de elementos sobre redes existentes.

En el caso de que la válvula esté próxima a una pieza de derivación (te), se unirán directamente ambas a través de sus bridas. En el caso de canalizaciones de fundición dúctil se utilizarán uniones brida-enchufe en lugar de uniones brida-universal. El esquema es el correspondiente al n° 2 del Gráfico 1.

Para la instalación de válvulas sobre conducciones de polietileno se emplearan enlaces racor-brida o bridas de doble cámara. Estos elementos con el timbraje adecuado se roscan sobre la tubería de polietileno, amordazándola, dando por el otro extremo salida a brida por el que se unirá la válvula.

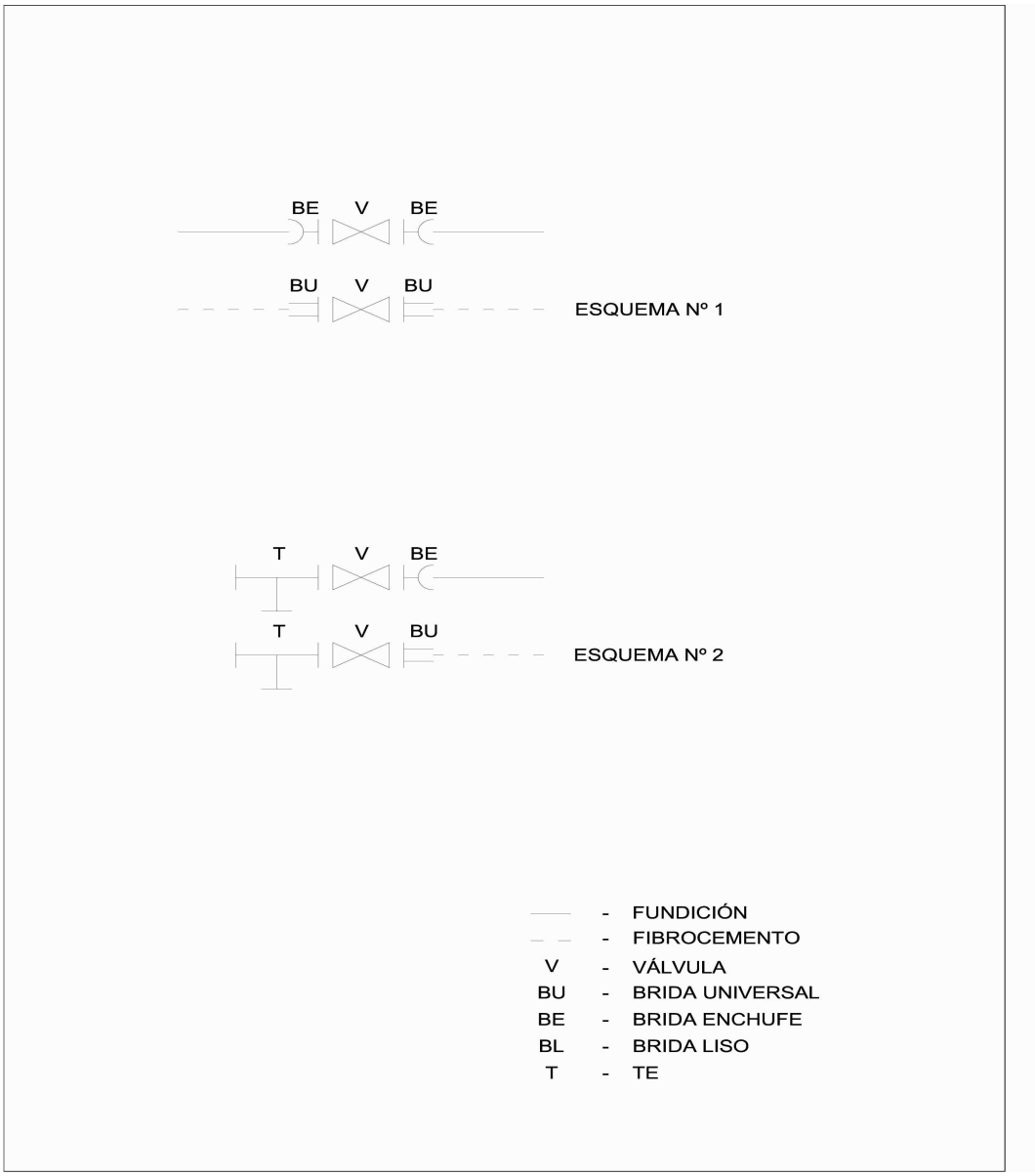


Gráfico 1: Conexiones de tubería y valvulería

7.3.2. Filtros

Se instalarán antes de contadores de control en red o válvulas especiales (reductoras, mantenedoras, reguladoras, etc.). La malla del filtro retendrá sólidos de tamaño superior a 100 micras. También se instalarán filtros antes de los contadores de acometidas de diámetros iguales o superiores a 50 mm; en estos casos se dejará distancia suficiente entre el contador y el filtro o en su defecto se colocará un carrete estabilizador.

Los filtros a instalar serán del tipo Y con bridas. El filtro deberá soportar una presión de 16 atm. y estará realizado en fundición gris o acero inoxidable fundido.

7.3.3. Desagües

Todo polígono que pueda quedar aislado mediante válvulas de seccionamiento dispondrá de uno o más desagües en los puntos de inferior cota. Esta medida será obligatoria en tuberías a partir de diámetro 200 mm, pudiendo sustituirse su funcionalidad de forma parcial con el desagüe a través de hidrantes o bocas de incendios.

Los desagües se equiparán con válvulas de seccionamiento de inferior diámetro que las tuberías de abastecimiento a que corresponda el polígono, realizándose el vaciado mediante acometida a la red de alcantarillado o a través de cámara con vertido al exterior (cauce o arroyo natural). En ambos casos deberá evitarse el retorno del caudal vertido, bien con válvula de retención o realizando el vertido a nivel inferior al de la tubería principal y asegurándose que no se producirán succiones por vaciado de la tubería. En zonas urbanas, siempre que sea factible, se acometerán a la red de alcantarillado.

Las conducciones a la red de alcantarillado se efectuarán teniendo buen cuidado de no dañar el buen funcionamiento del mismo, y en el caso de no poderse conducir los caudales a registros de la red de alcantarillado, se llevarán a lugares en que el desagüe no origine daños a terceros.

Las descargas se instalarán, en lo posible, junto a la válvula de seccionamiento del punto más bajo del sector de la red que se aísla. El desagüe debe permitir el vaciado total de la tubería.

En tuberías de diámetro igual o superior a 600 mm. se instalarán dos válvulas, una de mariposa y otra de compuerta, ésta aguas arriba de la primera, siendo la de mariposa la que habrá de maniobrarse para la operación de vaciado, permaneciendo la de compuerta en posición de abierta. La de compuerta se accionará en casos de operaciones de reparación, mantenimiento o sustitución de la mariposa, para la que no será necesario vaciar completamente el tramo de tubería o polígono a que corresponda. Entre ambas válvulas se instalará un carrete de desmontaje.

Como norma general se adoptarán los siguientes diámetros de desagüe en relación con el diámetro de la tubería a desaguar:

Diámetro de la tubería (mm)	Diámetro del desagüe (mm)
200 e inferiores	80
200 < diámetro ≤ 400	100
400 < diámetro ≤ 600	150
600 < diámetro ≤ 800	200
800 < diámetro ≤ 1.000	250
1.000< diámetro ≤ 1.600	300
> 1.600	400

Tabla 12: Relación diámetro de la tubería – diámetro del desagüe

Todas las descargas se alojarán en cámaras que permitan la maniobra de la válvula con facilidad.

7.3.4. Ventosas

La seguridad de la explotación de las conducciones exige que las operaciones relativas a la expulsión y entrada de aire estén aseguradas y tratadas automáticamente.

Los elementos de estos dispositivos de seguridad han de responder a las tres fases siguientes:

- Evacuación del aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción.

- Admisión de aire, en evitación de la depresión, en las operaciones de descarga de la conducción.

- Evaporación de bolsas de aire en puntos altos de la conducción, con ésta en servicio.

Se instalarán ventosas de tres funciones en conducciones de diámetro igual o superior a 150 mm., que permitan la evacuación automática del aire, la desgasificación permanente y la admisión de aire. Se emplearán ventosas con las siguientes características constructivas:

- Cuerpo y tapa de fundición dúctil (GC 400.15), recubierta tanto exterior como interiormente por empolvado epoxi con un recubrimiento mínimo de 150 micras. La tornillería cuerpo/tapa será de acero clase 8-8 cincado.

- Eje de maniobra de la válvula de acero inoxidable al 13 % de cromo.

- Flotadores de acero latonado revestido de elastómero.

- Tobera o purgador de control de latón estirado.

- Tuerca de maniobra de la válvula de latón estampado con revestimiento epoxi de 300 micras de espesor mínimo.

Las uniones con otros elementos de fontanería se realizarán mediante bridas. El cierre se producirá por presión de una bola flotadora de material plástico contra el asiento del cuerpo, o bien por válvula accionada por un flotador interior.

En conducciones de diámetro inferior a 150 mm se instalarán ventosas bifuncionales de bola, con unión rosca NPT y partes internas en acero inoxidable.

7.3.5. Puntos de toma de muestras de cloro residual en red

Al objeto de poder efectuar toma de muestras de agua en la red de distribución, se instalará, mediante manguito de acoplamiento, una válvula de bola de 3/4". Se dejara presentada en arqueta de obra de fábrica de 40x40 cm, con tapa de registro.

Las características de la válvula se definen en el presente reglamento, siendo la presión de servicio de 16 atm.

7.3.6. Válvulas de retención

Serán del tipo disco partido, tipo «Rubber Check» o bien de obturador de muelle axial a la conducción y baja inercia, del tipo «Clasar», o bien del tipo de globo «Williams-Hager».

La instalación de válvulas de disco partido se realizará previa comprobación mediante cálculo hidráulico de no sobrepasar 1,5 m/s de velocidad de paso del agua, y se instalarán alejadas de codos, tes y valvulería que puedan causar funcionamiento defectuoso.

El cuerpo será de fundición nodular o fundición gris para presión nominal hasta 25 Kg./cm^2, y de acero fundido o inoxidable para presiones superiores.

Los ejes, muelles y tornillería serán exclusivamente de acero inoxidable.

La unión a los tubos se realizará entre accesorios provistos de pletinas (montaje tipo Wafer), o mediante bridas ISO PN-10 o PN-16.

El cierre siempre será estanco mediante elastómero EPDM, nitrilo o bien mediante contacto con anillos de bronce.

No se utilizarán válvulas del tipo de clapeta oscilante, por la gran inercia del obturador, lo que provoca golpes de ariete secundarios.

7.3.7. Hidrantes

En el sistema de lucha contra incendios situado en el exterior de los edificios, cuya finalidad es el suministro de agua a mangueras o monitores directamente acoplados a él, o bien a tanques o bombas del servicio de extinción. Dada su naturaleza de servicio en situaciones de emergencia deberá encontrarse permanentemente conectada a la red de

distribución, siempre en carga.

El hidrante se conectará a la red mediante acometida independiente para cada uno, siendo el diámetro de la misma igual, como mínimo al del hidrante. La instalación del hidrante dispondrá de válvula de cierre de compuerta.

Los hidrantes se situarán en lugares estratégicos, fácilmente accesibles a los Servicios de Extinción de Incendios y debidamente señalizados conforme a la Norma UNE 23-033.

Los hidrantes de incendio, deberán cumplir lo especificado al respecto en el Código Técnico de la Edificación.

El hidrante será del tipo denominado Hidrante Contraincendios de Columna. El sistema de apertura de husillo constará de dos bocas de salida de 70 mm y una de 100 mm. En la parte inferior del hidrante se instalará una válvula de desagüe cuya apertura o cierre se efectúa fácilmente desde el exterior al accionar la manivela; función que permite un vaciado rápido y seguro del hidrante una vez concluida su misión.

Los hidrantes se acometerán sobre conducciones con un diámetro mínimo de 100 mm; tan solo en casos excepcionales que así lo requieran se realizará la instalación sobre tuberías de menor diámetro y siempre contando con el visto bueno y supervisión de la entidad suministradora. La válvula en la conexión con la red general ha de ser de igual diámetro que el hidrante.

7.3.8. Bocas de riego

Las nuevas redes de riego que se instalen para baldeo de calles o riego de jardines, constituirán redes de agua independientes de la red general de agua potable. Constarán de un único ramal de acometida a la red general, en el que se instalará un contador de diámetro apropiado para medir los caudales consumidos en estos usos.

En cada derivación debe instalarse una llave de corte que permita dejar aislado el ramal que abastece al conjunto de bocas de riego respecto a la red de distribución de agua potable. De esta forma, se podrá reparar en caso de avería, sin tener que interrumpir el servicio de distribución.

El diámetro de la conexión a la red de distribución debe calcularse para un caudal de 5 a 7 l/s que es el correspondiente a una boca, ya que su funcionamiento no es simultáneo. Se fija como diámetro mínimo para cada serie de bocas de riego el de 80 mm.

De cualquier forma, el número de bocas de cada serie y sus características se proyectará de acuerdo con lo que marque la sección de Parques y Jardines del Municipio, siendo competencia de el Excmo. Ayuntamiento la aprobación de la conexión a la red y la realización del entronque.

Se instalarán las bocas de riego en parques y jardines exclusivamente, salvo que se dicten normas municipales en contra. Para la limpieza de calles no se utilizarán las bocas de riego, sino que existirán una serie de puntos controlados y determinados por la entidad suministradora, donde se llenarán las cubas de agua para realizar este servicio.

7.4. PIEZAS ESPECIALES

7.4.1. Características de las piezas especiales

Las piezas especiales (codos, tes, etc.,...) estarán fabricadas en el mismo material que la tubería a instalar. El sistema de unión permitirá el perfecto acoplamiento con la parte lisa de los tubos.

En general deberán cumplir las especificaciones que se concretan en las normas internacionales ISO 2531-91.

Interior y exteriormente las piezas estarán recubiertas con pintura bituminosa de forma que el espesor medio de la capa sea superior a 70 micras.

Todas las piezas llevarán de origen las siguientes marcas:

- Diámetro nominal
- Fabricante y Año
- Tipo de unión
- Ángulo de codos

- Material
- Bridas

En el caso de que las piezas se presenten con algún tipo de defecto en el momento de su recepción en obra o no cumplan las características especificadas, no se considerarán aptas para ser instaladas en la red de distribución de agua potable.

No se podrán utilizar en instalaciones de la red accesorios de fundición gris, así como accesorios de calderería de acero realizados en talleres, tales como conos, carretes, codos, elementos de desmontaje, etc., que no estén normalizados.

7.4.2. Montaje de codos, derivaciones y piezas especiales. Anclajes

En los codos, cambios de dirección, reducciones, derivaciones y en general todos los elementos de la red que estén sometidos a empujes debidos a la presión del agua, que puedan originar movimientos, se deberá realizar un anclaje, a tracción o compresión, o dotar a las uniones con juntas resistentes a la tracción.

Según la importancia de los empujes y la situación de los anclajes, éstos serán de hormigón de resistencia característica de al menos 175 Kg/cm^2 o metálicos, establecidos sobre terrenos de resistencia suficiente y con el desarrollo preciso para evitar que puedan ser movidos por los esfuerzos soportados.

Los apoyos deberán ser colocados de forma tal, que las juntas de las tuberías y de los accesorios sean accesibles para su posible reparación y/o desmontaje.

Los elementos metálicos que se utilicen para el anclaje de la tubería deberán estar protegidos contra la corrosión.

No se podrán utilizar en ningún caso cuñas de piedra o de madera como sistema de anclaje.

Cuando las pendientes sean excesivamente fuertes o puedan producirse deslizamientos, se efectuarán los anclajes precisos de las tuberías mediante hormigón armado, abrazaderas metálicas, o bloques de hormigón suficientemente cimentados en terreno firme.

Las válvulas también deberán anclarse con hormigón armado, ya que cuando están cerradas actúan hidráulicamente como una brida ciega, soportando los mismos empujes.

Si la válvula es de compuerta y no va unida a una te o codo, el anclaje deberá realizarse sobre la válvula propiamente dicha y no sobre las uniones, hormigonando la base de la pieza junto con la base de la arqueta a modo de soporte. Nunca deberán existir los soportes de bloque o ladrillo sueltos o de maderas.

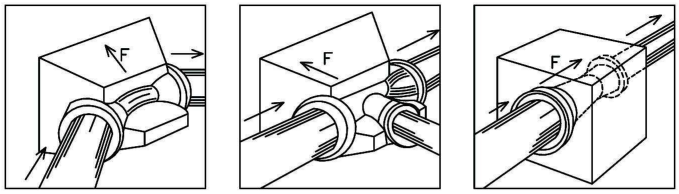
Si la válvula va unida a una te o codo, deberá realizarse el anclaje a tracción y compresión.

Las válvulas de mariposa que no vayan unidas a ninguna pieza anclada deberán unirse a un carrete aguas arriba antes de unirse a brida-liso o brida-enchufe que le une a la tubería. Este carrete deberá anclarse a tracción, lo que se realiza hormigonando unas garras de acero al conjunto de la arqueta.

En la figura se muestran los anclajes tipo admitidos, así como sus dimensiones.

En la Tabla 13 se muestran los volúmenes mínimos de hormigón a disponer en los anclajes. En caso de que se prevea el anclaje de tuberías de diámetro mayor de 600, deberá realizarse un cálculo estructural pormenorizado de dicho elemento considerando el empuje calculado según las expresiones del Gráfico 4.

EJECUCION DE LOS ANCLAJES HORIZONTALES EN TUBERIAS

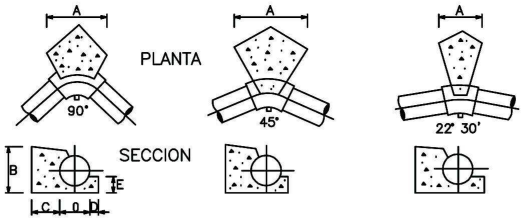


* Para equilibrar las fuerzas de empuje, los anclajes (dados de hormigón) deben ser colocados en:

–Los cambios de dirección (codos) o de DN (conos de reducción)
–Las derivaciones (tes).
–Los extremos de la canalización (bridas ciegas).

* Los valores de las fuerzas de empuje para una presión de prueba de 1 bar se indican en la tabla siguiente.

DN	Empuje F en dN				
	Tes y bridas ciegas	Codo 1/4	Codo 1/8	Codo 1/16	Codo 1/32
60	47	66	36	18	9
65	53	75	40	21	10
80	75	107	58	29	15
100	109	155	84	43	21
125	163	230	125	63	32
150	227	321	174	89	44
200	387	547	296	151	76
250	590	834	451	230	116
300	835	1180	639	326	164
350	1122	—	859	438	220
400	1445	—	1106	564	283
450	1809	—	1385	706	355
500	2223	—	1701	867	436
600	3167	—	2324	1236	621
700	4278	—	3274	1669	839
800	5568	—	4262	2173	1092
900	7014	—	5368	2737	1375
1000	8626	—	6602	3366	1691
1100	10405	—	7964	4060	2040
1200	12370	—	9468	4827	2425
1400	16787	—	12848	6550	3291
1500	19236	—	14723	7506	3771
1600	21851	—	16724	8526	4284
1800	27612	—	21133	10773	5413



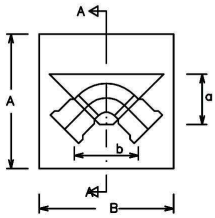
DIMENSIONES DE CONTRARRESTOS (PRESION DE LA RED 6 Kg/cm 2)						
	0	100	150	200	250	300
CODO 90°	A	0,25	0,40	0,60	0,70	0,80
	B	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
	C	0,30	0,30	0,40	0,50	0,60
	D	0,05	0,07	0,10	0,10	0,10
	E	0,13	0,15	0,15	0,20	0,25
CODO 45°	A	0,20	0,25	0,35	0,40	0,45
	B	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
	C	0,30	0,30	0,40	0,50	0,60
	D	0,05	0,07	0,10	0,10	0,10
	E	0,13	0,15	0,15	0,20	0,25
CODO 22° 30'	A	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25
	B	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
	C	0,20	0,20	0,30	0,30	0,40
	D	0,05	0,07	0,10	0,10	0,10
	E	0,13	0,15	0,15	0,20	0,25

–TENSION TRANSMITIDA AL TERRENO 1.5 Kg/cm 2
–TODAS LAS UNIONES QUEDARAN LIBRES
–EL HORMIGON PARA CONTRARRESTOS SERA H–150

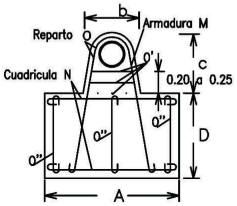
Gráfico 2: Anclajes verticales

EJECUCION DE LOS ANCLAJES VERTICALES

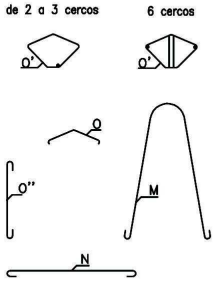
PLANTA



SECCION A–A



ARMADURAS



Codos de 45° y 22°

		Presión 15 Atmósferas											
Ø(mm.)		80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600
DIMENSIONES en mm.	a	0.18	0.20	0.23	0.26	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.70
	b	0.15	0.18	0.20	0.22	0.25	0.29	0.34	0.39	0.44	0.49	0.54	0.64
	c	0.34	0.37	0.40	0.43	0.47	0.53	0.59	0.66	0.73	0.78	0.84	0.94
	A	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.05	1.20	1.30	1.40	1.50	1.70
	B	0.60	0.70	0.75	0.85	1.10	1.30	1.50	1.65	1.80	1.95	2.10	2.50
	D	0.52	0.57	0.70	0.80	0.95	1.10	1.15	1.25	1.40	1.50	1.60	1.75
ARMADURAS Ø en mm.	M	201□	201□	201□	201□	3012	3014	4014	4016	4018	402□	502□	5022
	N	#08 a 0.15	#08 a 0.15	#08 a 0.15	#08 a 0.20	#010 a 0.20	#012 a 0.20	#012 a 0.20	#014 a 0.20	#014 a 0.20	#016 a 0.20	#016 a 0.20	#016 a 0.20
	O	208	308	308	401□	501□	601□	7012	8014	8016	9016	1□018	1□018
	O'	208	208	208	201□	201□	201□	3012	3014	3016	3016	6018	6018
	O''	808	808	808	1□01□	1201□	1301□	17012	18014	2□016	21016	23018	26018
EXCAVACION (m3)		0,125	0,200	0,315	0,476	0,836	1,287	1,862	2,743	4,085	5,260	6,681	9,918
HORMIGON (m3)		0,135	0,213	0,333	0,501	0,871	1,341	1,811	2,591	3,437	4,305	5,312	7,860
HIERRO (Kg.)		8,8	10,7	12,2	22,6	33,0	58,8	60,4	129,3	178,3	227,4	320,7	404,6

Codos de 90° y TES, poniendo el anclaje definido por el Ø de la derivación

		Presión 15 Atmósferas											
Ø(mm.)		80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600
DIMENSIONES en mm.	a	0.18	0.20	0.23	0.26	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.70
	b	0.15	0.18	0.20	0.22	0.25	0.29	0.34	0.39	0.44	0.49	0.54	0.64
	c	0.34	0.37	0.40	0.43	0.47	0.53	0.59	0.66	0.73	0.78	0.84	0.94
	A	0.65	0.70	0.80	0.90	1.05	1.15	1.30	1.45	1.60	1.75	1.90	2.10
	B	0.75	0.80	0.90	1.05	1.45	1.65	1.85	2.05	2.25	2.45	2.65	3.10
	D	0.60	0.69	0.75	0.87	0.98	1.26	1.37	1.57	1.68	1.80	1.92	2.15
ARMADURAS Ø en mm.	M	201□	2012	2014	2016	4014	4016	4018	6018	602□	6022	8022	8025
	N	#08 a 0.15	#01□ a 0.20	#01□ a 0.20	#012 a 0.20	#012 a 0.20	#014 a 0.20	#014 a 0.20	#016 a 0.20	#016 a 0.20	#018 a 0.20	#018 a 0.20	#02□ a 0.20
	O	208	301□	301□	4012	5012	6014	7014	8016	8016	9018	1□018	1□02□
	O'	208	201□	201□	2012	2012	2014	3014	3016	3016	3018	6018	602□
	O''	808	1□01□	1□01□	12012	16012	17014	19014	22016	24016	25018	29018	3202□
EXCAVACION (m3)		0,282	0,386	0,526	0,822	1,764	2,938	4,290	6,007	7,915	10,146	12,730	17,822
HORMIGON (m3)		0,292	0,399	0,554	0,847	1,496	2,445	3,375	4,784	6,209	7,928	9,939	14,419
HIERRO (Kg.)		10,9	19,2	23,8	41,6	64,5	114,6	147,6	240,6	292,0	404,5	529,7	821,2

Gráfico 3: Anclajes verticales

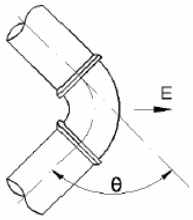
Diámetro Tubería, DN (mm)	Cabos extremos, bridas ciegas y tes	Curvas			
		1/4 (90º)	1/8 (45º)	1/16 (22,5º)	1/32 (11,25º)
60	28	40	21	10	5
80	50	70	38	19	10
100	78	110	60	30	15
150	177	250	135	59	30
200	314	444	240	123	62
250	491	695	376	192	97
300	707	1.000	541	277	139
350	962	1.360	736	376	189
400	1.256	1.771	1.200	491	247
450	1.590	2.242	1.215	622	313
500	1.963	2.770	1.504	748	387
550	2.380	3.360	1.820	931	468
600	2.827	3.860	2.165	1.106	577

Tabla 13: Volúmenes mínimos de hormigón en anclajes expresados en litros

<u>Codo</u>:

$E = MDP \cdot (\pi \cdot ID^2 / 4) \cdot 2 \text{ sen } (\theta/2)$

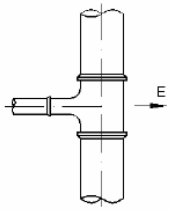
ID = Diámetro interior de la conducción
θ = Ángulo de desviación



<u>Derivación</u>:

$E = MDP \cdot (\pi \cdot IDD^2 / 4)$

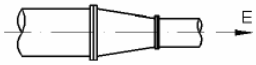
IDD = Diámetro interior de la derivación



<u>Cono de reducción</u>:

$E = MDP \cdot (\pi \cdot (ID_1^2 - ID_2^2) / 4)$

ID_1 = Diámetro mayor de la reducción
ID_2 = Diámetro menor de la reducción



<u>Válvula</u>:

$E = MDP \cdot (\pi \cdot ID^2 / 4)$

ID = Diámetro interior de la conducción

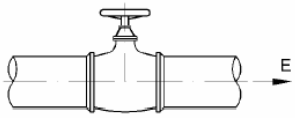


Gráfico 4: Fórmulas aplicables para el cálculo de los empujes en codos, derivaciones y piezas especiales

La presión máxima de diseño MDP está definida en la Tabla 1.

7.5. MARCOS Y TAPAS DE FUNDICIÓN

Se distinguirán entre tapas de arquetas y tapas de registro de válvulas de pequeño diámetro. Para válvulas de diámetro superior a 100 mm se realizarán arquetas del tipo expuesto en el anterior punto que permitan el acceso y trabajo de los operarios en su interior; mientras que en las válvulas de diámetro igual o inferior a 200 mm no se realizarán arquetas y la válvula estará enterrada colocando a nivel del terreno la tapa de arqueta y colocando entre tapa y válvula una alargadera.

Dependiendo del tipo de cargas que tengan que soportar las tapas se instalarán una de las siguientes clases:

- Clase B-125 (C.C. 125 KN): Se instalarán en zonas peatonales (aceras o similares), o estacionamientos de vehículos ligeros.

- Clase C-250 (C.C. 250 KN): Se instalarán en zonas peatonales en las que puntualmente se abren al tráfico ligero, cunetas y estacionamiento de vehículos pesados.

- Clase D-400 (C.C. 400 KN): Para instalar en calzadas de tránsito general, incluyendo las correspondientes a calles peatonales abiertas regularmente al tráfico rodado a determinadas horas o de forma puntual al tráfico pesado y general.

7.5.1. Registros de arquetas

Las tapas de registro que se instalarán deberán cumplir las normas EN-124 y UNE 41-300-87, y norma ISO 9000. Este tipo de tapas son las que se han de colocar en arquetas de válvulas tanto de mariposa como de compuerta, para conducciones de diámetro superior a 200 mm.

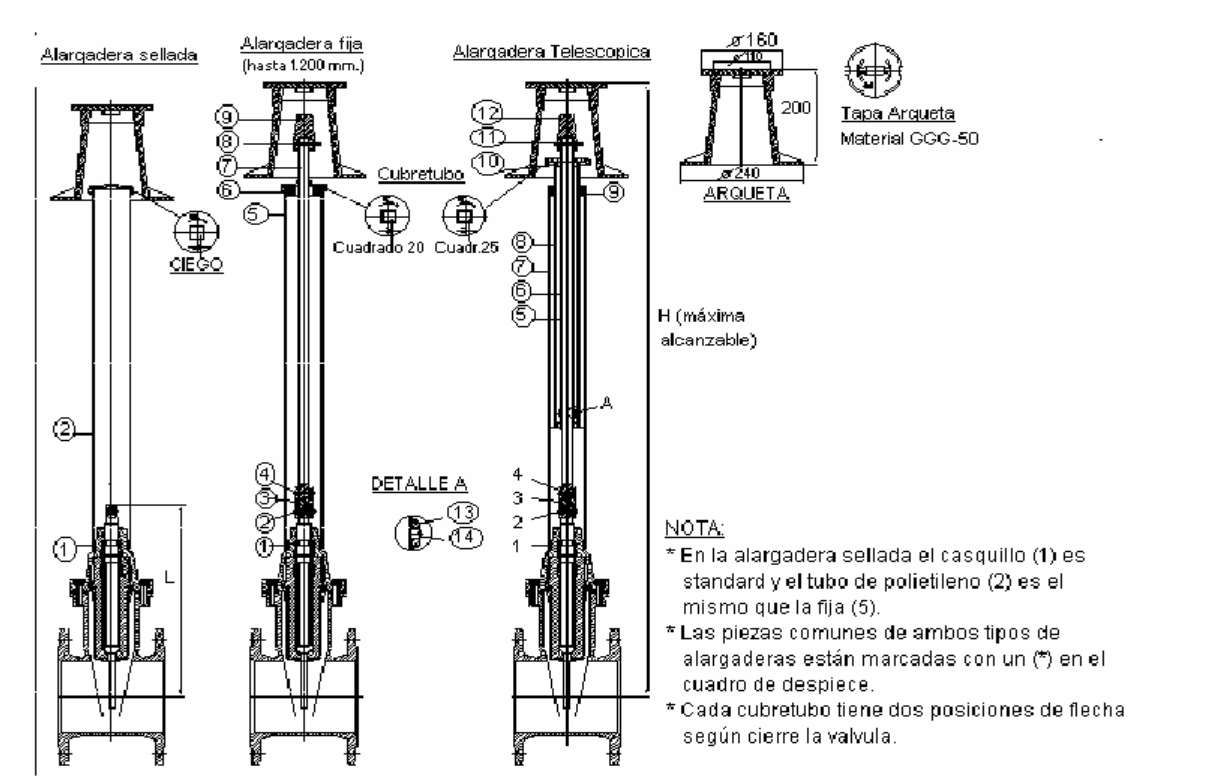
Estarán realizadas en fundición esferoidal (dúctil) contando con una superficie rugosa a fin de evitar el deslizamiento. Contarán asimismo con ranura que facilite su maniobra (apertura). El marco debe ser cuadrado y la tapa redonda y se garantizará cierre ajustado y hermético. En todo caso, tanto el marco como la tapa, deberán llevar un revestimiento en pintura bituminosa negra impregnada por inmersión.

Para el caso de la clase D-400 (400 KN), contarán con un sistema de cierre de seguridad, así como con una junta de asiento de polipropileno.

Los registros llevarán grabados en la tapa «Agua Potable». El diámetro mínimo de la tapa de registro será de 80 cm.; pudiendo ser de mayor diámetro si así lo autorizase la entidad suministradora.

7.5.2. Registros de válvulas

Cuando se instalen válvulas de diámetro igual o inferior a 200 mm., la válvula irá enterrada. Para su manipulación se colocará un tubo de material plástico que irá desde la válvula hasta la tapa de la arqueta. El tubo será de dimensión variable dependiendo de la profundidad a que se encuentre la válvula, y la tapa de arqueta será de fundición dúctil circular, realizándose la instalación tal y como se define en el Gráfico 5.



Si la profundidad a que se encuentra la válvula respecto a la rasante de la acera es importante, se emplea una pieza de alargadera cuya instalación se efectuará tal y como se marca en el siguiente detalle de montaje de una barra telescópica.

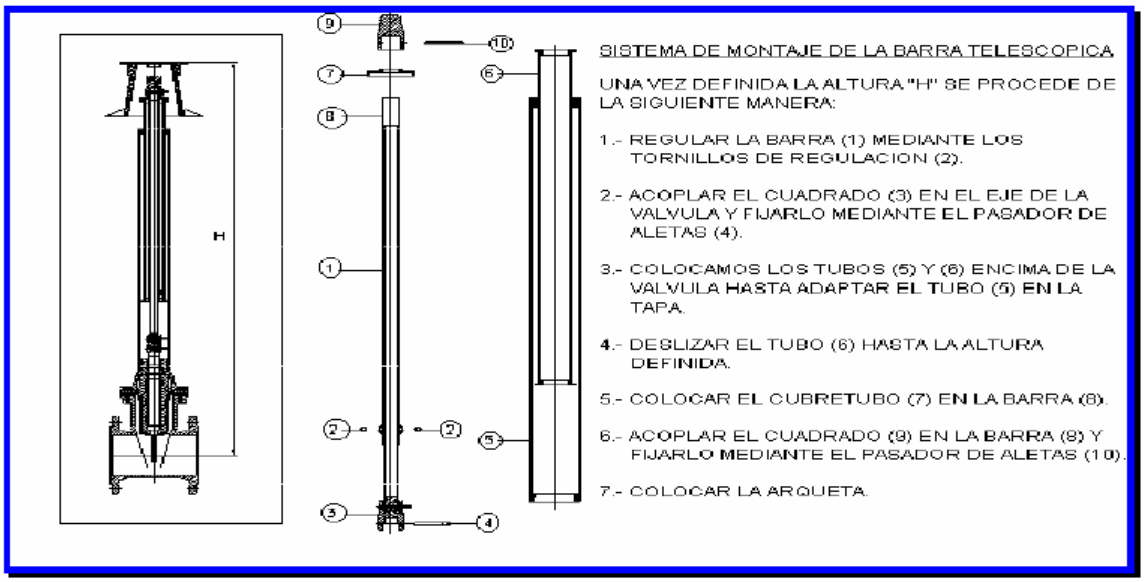


Gráfico 5: Registros de válvulas de diámetro inferior a 200 mm.

7.6. ELEMENTOS SINGULARES DE LAS REDES DE RIEGO DE PARQUES Y JARDINES

7.6.1. Arquetas

Todas las arquetas de riego estarán dotadas de válvulas de corte.

El tamaño de las arquetas será el adecuado para permitir las posteriores operaciones de manipulación y mantenimiento.

Las arquetas ubicadas en viales o acerados deberán ser resistentes al tráfico rodado.

Todos los sectores llevarán un regulador de presión con manómetro y en el caso de los riegos por goteo se instalarán filtros.

7.6.2. Emisores

Los aspersores y difusores estarán dotados de válvulas antidrenaje.

Se instalará riego por goteo subterráneo en las medianas y glorietas ajardinadas con césped, con el fin de disminuir el consumo de agua, y evitar mojar las calzadas

El sistema de riego subterráneo deberá ser de primera calidad y cumplir con los requisitos técnicos para un buen funcionamiento a largo plazo (deberá comprender válvulas de limpieza, antisifón, ventosas, filtros, goteros con barreras antirraíces…)

7.6.3. Automatización

Todos los riegos de zonas verdes estarán automatizados con un sistema compatible con el del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres.

Como norma general, para parques se instalarán programadores electrónicos (alimentación 220V) compatibles con el sistema de telecontrol de riegos vía GSM del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres.

Para resto de zonas verdes, cuando no sea posible la utilización de programadores electrónicos, se emplearán programadores a pilas (funcionamiento 9V) vía radio compatibles con sistema de telecontrol de riegos del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres.

7.6.4. Red de bocas de riego

Tanto los acerados como espacios verdes estarán dotados de una red independiente de bocas de riego tipo Cáceres con uniones metálicas, con una separación máxima de 50 metros en línea y llave de registro individualizada.

7.6.5. Horario de riego

Con objeto de que sea factible realizar el riego se realizará siempre en horario nocturno, se procederá a la instalación de los correspondientes sistemas de temporizado.

Durante la explotación, el riego deberá ser siempre nocturno, salvo autorización expresa de la Sección de Parques y Jardines del Ayuntamiento de Cáceres.

8. CONDICIONES QUE SE DEBEN DE CUMPLIR EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS

8.1. NORMATIVA CONSULTADA

La relación de normativa y documentación técnica consultada para la elaboración de este apartado es la siguiente:

- Guía Técnica del CEDEX sobre tuberías para transporte de agua a presión.
- Documentación técnica sobre de Redes de Distribución de Agua Potable. AEAS.
- Documento HS4 denominado "Suministro de Agua" del Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Reglamento de Redes y Acometidas de Gas.
- Normativa municipal existente en otros Ayuntamientos y Mancomunidades

8.2. UBICACIÓN Y MONTAJE DE TUBERÍAS

8.2.1. Interdistancias entre servicios

a) *Paralelismo*

En la siguiente tabla de aplicación de distancias mínimas entre las redes de agua potable y el resto de servicios, en el Término Municipal, válida tanto para cruce como para paralelismo:

Servicio	Separación mínima en cruce y paralelismo (planta y alzado) cm
Alcantarillado	100
Gas	40
Electricidad-alta	30
Electricidad-baja	20
Comunicaciones	30

Tabla 14: Interdistancias mínimas entre servicios

En todos los casos la rasante de la tubería de agua potable estará por encima del Alcantarillado.

Excepcionalmente, estas distancias podrán variar si las circunstancias lo exigen, con aprobación por parte de los Técnicos Municipales, previo informe de la entidad suministradora. En dicho caso, se propondrán las medidas pertinentes de protección de las conducciones.

b) *Cruces*

En caso de cruces con la red de alcantarillado, la tubería de agua potable también deberá ubicarse por encima del saneamiento. Si conlleva una excesiva complicación, debe estudiarse la modificación de la sección de colector, manteniendo las condiciones de funcionamiento hidráulico del mismo o el encamisado y/o hormigonado de la tubería de agua potable, tal y como se describe en el apartado 8.2.3.

En caso de que el cruzamiento entre servicios no se realice perpendicularmente, debe evitarse el solape entre canalizaciones en más de 3 metros, ya que se dificultaría el acceso a la conducción inferior en caso de que fuese necesario proceder a su reparación. Se considerará como solape la longitud durante la cual ambas canalizaciones están situadas a una distancia menor de la reflejada en la Tabla 14.

8.2.2. Diseño del subsuelo. Ubicación de la canalización.

a) *Profundidad*

Para la protección de las tuberías contra los efectos de las cargas mecánicas se adoptan diferentes profundidades de zanja medidas con respecto a la generatriz superior del tubo, y que oscilan entre 0,7 y 1,3 metros. No debe canalizarse a excesiva profundidad, ya que dificultará la accesibilidad a válvulas, la derivación de nuevas acometidas y el mantenimiento o reparación. En general se considera una profundidad adecuada en aceras de 1 metro, y en calzadas de 1,15 o superior.

La profundidad mínima de la zanja podrá reducirse en el caso de instalación de renovación de tuberías con objeto de evitar la interferencia con servicios preinstalados.

En cualquier caso, para fijar la profundidad mínima se estará a las especificaciones técnicas de la tubería suministradas por el fabricante en función de las sobrecargas a las que previsiblemente vaya a estar sometida.

b) *Disposición relativa*

En cuanto a la correlación de las canalizaciones en el ancho de acera, se disponen, en general, las canalizaciones eléctricas próximas a fachadas, y las de alumbrado público, semáforos y otras de habitual gestión municipal próximas a la línea de bordillo; quedando en posición intermedia las redes de agua y gas.

Las redes de distribución de agua no deben quedar demasiado próximas a fachadas, por las dificultades de instalación de arquetas y la derivación de acometidas, así como por la interferencia con cimentaciones, y también para minimizar los riesgos sobre las edificaciones en caso de roturas.

Se considera, para redes de distribución hasta diámetro 300 mm inclusive, y en casos en que la distribución de espacios lo permita, adoptar el siguiente criterio con respecto a la distancia horizontal entre la generatriz más próxima de la tubería y la línea de edificación correspondiente, fachada o cimentación, mediante la fórmula:

$$d = 0,5 + 1,5\ D$$

Siendo:

d = distancia a fachada

D = diámetro de la tubería en metros

c) *Acceso a canalizaciones*

Es muy importante mantener libre el espacio comprendido entre la generatriz superior de la tubería de agua y la cota de terreno, en una anchura mínima de un metro. Especialmente, debe evitarse la superposición de canalizaciones en aceras de escasa anchura al objeto de cumplir las distancias de seguridad de la Tabla 14.

En este apartado se debe considerar también con especial atención la instalación del mobiliario urbano (bancos, papeleras,...) y otros elementos, previendo en su instalación dejar un espacio suficiente con respecto a las conducciones de agua de forma que se puedan realizar las tareas de mantenimiento correspondiente, especialmente la apertura de zanja para proceder a la reparación de averías.

Esta facilidad de acceso es de gran importancia por las siguientes razones:

- Razones de explotación: Los elementos singulares de la red, como válvulas, desagües, bocas de riego, hidrantes, acometidas, así como los diferentes diámetros de las tuberías, imponen la necesidad de contar con espacio suficiente, ya que requieren un mayor número de actuaciones que otros servicios; y por tanto, implican una mayor necesidad de lograr un adecuado reparto y un acceso directo desde la superficie.

- Razones de seguridad: La señalización y accesibilidad de las redes es un factor determinante para la seguridad de los trabajadores.

- Interferencia en la excavación con líneas eléctricas.

- Apertura de zanjas con entibación en el caso de no poder acceder directamente para evitar el desprendimiento de tierras, o de otras canalizaciones.

8.2.3. Protecciones especiales

Estas protecciones especiales serán de aplicación cuando:

- No sea posible respetar las distancias de seguridad entre servicios o con respecto a fachadas y pavimentos.
- Se prevean interferencias entre servicios aún cumpliendo con las interdistancias estipuladas de la Tabla 14.
- Sea conveniente reforzar las precauciones para asegurar la calidad del agua y evitar su contaminación.
- En cruces con otras infraestructuras

Deben aplicarse estas protecciones tanto para nueva instalación como para casos de reparación.

a) *Hormigonado de la tubería*

El hormigonado de la tubería será de aplicación cuando debido a condicionantes de la ubicación (p.ej. evitar la interferencia con las acometidas de saneamiento subyacentes), no haya sido posible respetar la profundidad mínima señalada en el apartado 8.2.2.a).

En estos casos será necesario que dentro de la zanja y a ambos lados de la tubería exista un espacio de anchura igual al diámetro de la tubería, con objeto de que cualquier carga que se asiente sobre el macizo solidario formado por el tubo y el hormigón sea desviada hacia la cimentación haciendo un arco de descarga y no recaiga sobre la propia tubería. Esto implica que la anchura de la zanja será al menos el triple del diámetro de la tubería.

Sobre la clave de la tubería el espesor mínimo de hormigón debe de ser de 20 centímetros, siendo obligatorio colocar malla electrosoldada en caso de que se reduzca este espesor.

La resistencia característica mínima del hormigón vertido sobre la tubería será de 20 N/mm^2. En caso de que se prevean problemas especiales (presencia de sulfatos, ambiente agresivo, etc…) se adoptarán las precauciones especiales al respecto señaladas en la norma EHE. El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible, con objeto de no dañarla durante la maniobra.

Siempre que sea posible, se evitará el hormigonado de las juntas de la tubería y se pondrá especial cuidado en el picado del hormigón en los riñones de la tubería, con objeto de conseguir un buen contacto con el terreno.

El incremento de rigidez que supone el hormigonado de la tubería puede provocar problemas por asientos diferenciales en los puntos extremos en los que la tubería no se encuentra así colocada. Por ello, se recomienda en estos puntos uniones flexibles que sean capaces de absorber estos movimientos relativos.

b) *Envainado*

El envainado de una tubería consiste en su colocación dentro de otra de mayor diámetro que, a modo de funda rígida, sirve para protegerla del contacto directo con el terreno y, consecuentemente, de las sobrecargas que éste pudiera trasmitirle. Formalmente es similar a la colocación de una tubería en el interior de una hinca que se describe en el apartado 8.2.4.b.1, aunque en este caso la tubería exterior no está embutida en el terreno.

Es recomendable su aplicación en el caso de cruce con alcantarillado así como se prevean importantes daños en caso de rotura de la tubería de agua potable, ya que la propia vaina conduce las fugas a su extremo más bajo. También es aconsejable cuando sobre la tubería vayan a ubicarse cerramientos, cargas puntuales elevadas o cargas periódicas que pudieran fatigar el material.

En este caso, a diferencia del hormigonado, no se dan la diferencia comentada en lo que se refiere a rigidez, por lo que los problemas en los entronques exteriores al envainado son inferiores.

8.2.4. Cruces con viario

a) *Cruce de calzadas en calles*

Como ya se ha definido, la parte de la conducción que transcurra por la calzada será siempre de fundición dúctil.

a.1 En caso de vías con tráfico intenso

En este caso es necesario hacer un esfuerzo para conseguir dejar en el acerado los órganos de maniobra. Esto conlleva mayor complicación en la ejecución pero es necesario y conveniente de cara a la explotación ya que evita cortes de tráfico e incluso la imposibilidad de realizar la maniobra si se encuentran vehículos estacionados sobre la valvulería. Esta disposición se muestra en el Gráfico 6.

Para ello se arranca desde la tubería original, que por medio de una brida universal se une a una válvula y una brida-enchufe o brida-liso, del timbraje correspondiente, de forma que se conecte con la tubería de fundición, cuya longitud varía según el chaflán de la vivienda para que siempre quede la válvula en el interior de la acera, pero variará entre tres y seis metros. La tubería de fundición se une a la pieza de derivación con un enlace brida-liso o brida-enchufe dependiendo del extremo del tubo de fundición que quede junto a la pieza.

Los enlaces están sujetos a la pieza por tornillos y tuercas de cabeza hexagonal y cincados, en número y dimensiones según se presenta en la Tabla 11, y con una junta plana de goma entre ambos. Se continua bajo la calzada siempre con fundición hasta la siguiente pieza de derivación, pieza especial, válvula o hasta que la tubería se encuentre nuevamente entre tres y seis metros, dependiendo del chaflán, dentro de la acera.

Si no es necesaria para la individualización de un sector la instalación de una válvula, el empalme entre tuberías de fibrocemento y fundición se realizará por medio de una unión universal.

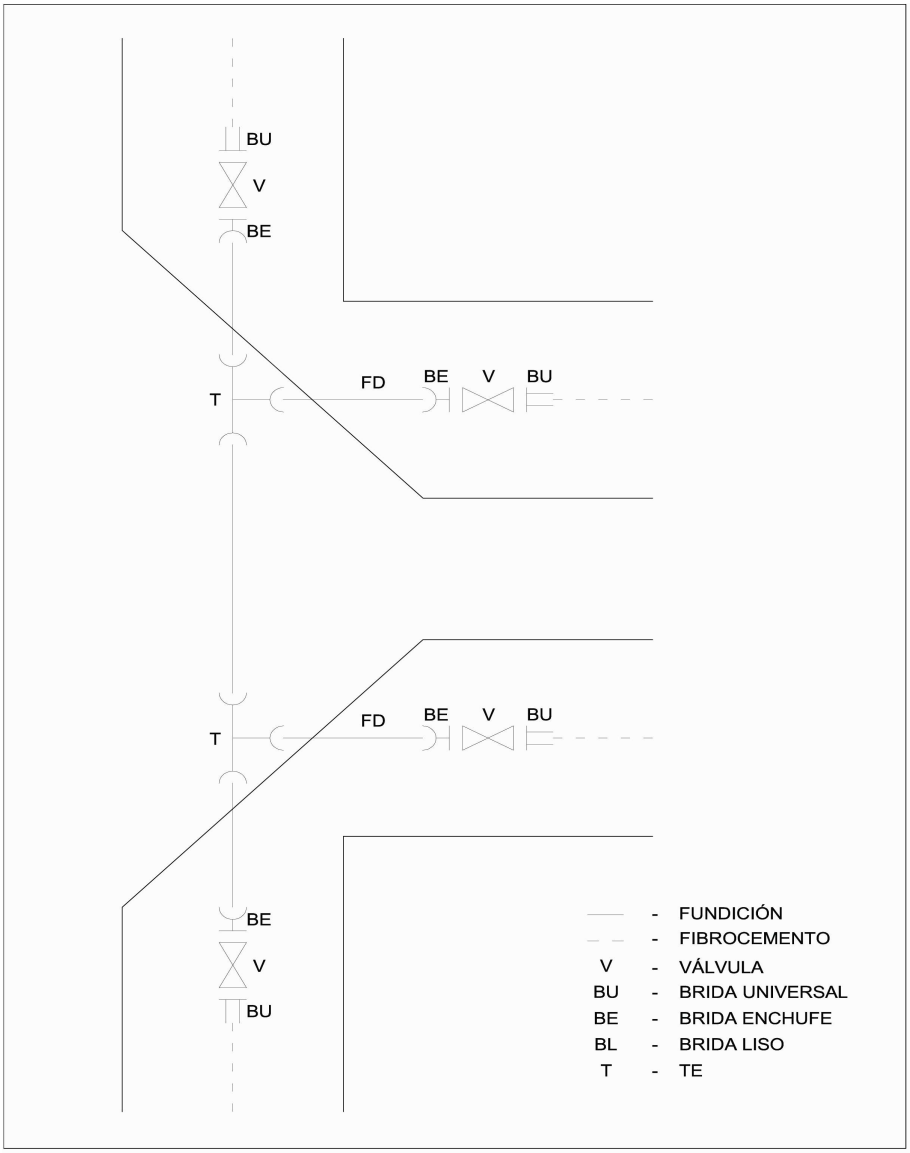


Gráfico 6: Confección de cruces de calzadas con tráfico intenso

a.2 En caso de vías con tráfico escaso

En este caso es posible simplificar la configuración del nudo eliminando los tramos intermedios de función entre las tes y las válvulas de corte. Esta disposición se muestra en el Gráfico 7.

Esta configuración reduce la posibilidad de averías y facilita el montaje en taller de los nudos, con lo que se aumenta la fiabilidad de éstos.

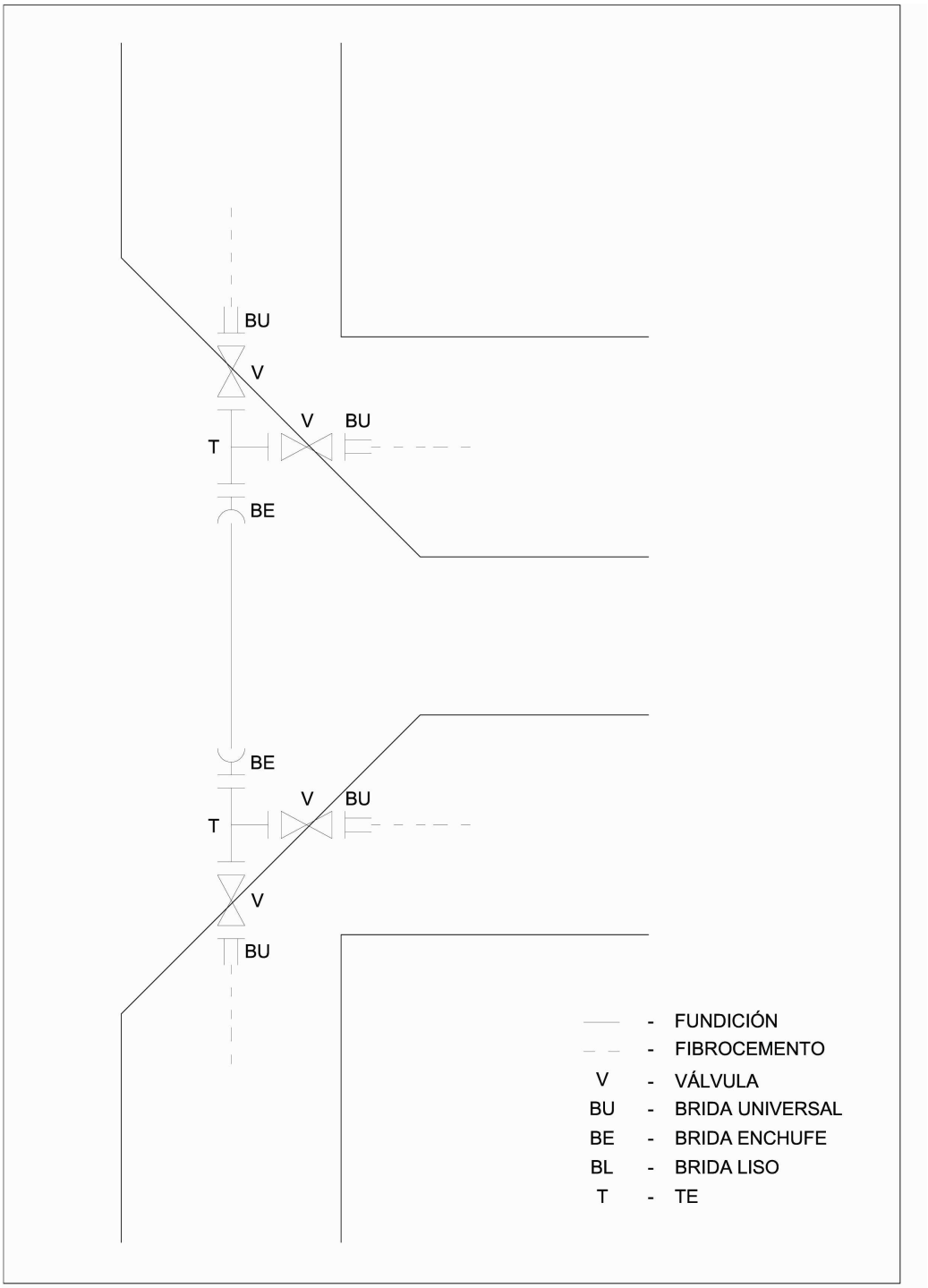


Gráfico 7: Confección de cruces de calzadas con tráfico escaso

b) Cruce de carreteras con tuberías de abastecimiento

Los criterios que aquí se establecen se refieren tanto al cruce de tuberías de nueva construcción bajo carreteras existentes como al paso de carreteras de nueva construcción sobre tuberías, ya sean estas existentes o previstas.

Se limita a 1.000 mm, como máximo, el diámetro de la tubería de abastecimiento afectada. Para los casos en los que el diámetro de la tubería supere esta dimensión, será necesaria la realización de un proyecto específico, a consensuar con la Administración de Carreteras correspondiente.

Se deberán cumplir las condiciones generales y particulares establecidas con carácter obligatorio, que se determinen en las licencias o autorizaciones de los Organismos competentes en la materia que la legislación vigente imponga.

b.1 En hinca

Se recomienda la realización del cruce con la carretera en aquellas zonas por las que el trazado de ésta discurra en terraplén.

En otro caso el cruce de la conducción se ejecutará mediante hinca de tubería, en cuyo interior se alojará la tubería de abastecimiento.

El diámetro mínimo contemplado para la tubería de abastecimiento en estas condiciones será de 200 mm. El diámetro de la tubería de hinca excederá, como mínimo, en 300 mm al diámetro de la tubería de abastecimiento.

En la tabla siguiente se indican los diámetros de la tubería de hinca, encamisado o vaina de protección recomendados para cada diámetro de la tubería de abastecimiento.

Diámetro de la tubería de abastecimiento	**Diámetro de la tubería de hinca**
(mm)	(mm)
200	500
250	600
300	600
400	700
500	800
600	900
800	1.200
1.000	1.400

Tabla 15: Diámetros mínimos del encamisado en caso de hinca

En el Gráfico 8 se muestra la configuración idónea de una tubería de hinca, pudiendo admitirse la falta de algunos de los elementos allí mostrados en casos singulares.

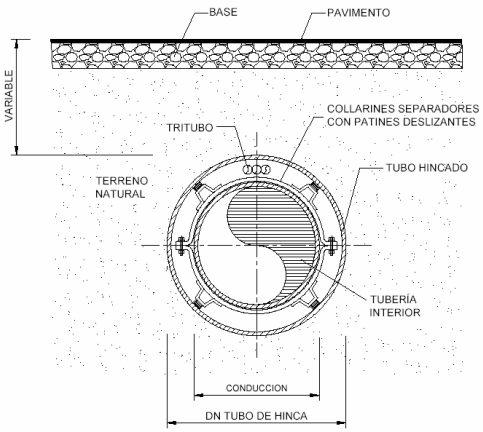


Gráfico 8: Sección transversal de tubería hincada

La tubería de abastecimiento será de fundición dúctil con unión flexible, preferentemente acerrojada según UNE-EN 545:2002 ya que ello permitiría la extracción de la tubería en caso de avería por tracción desde uno de sus extremos. En caso de no ser acerrojada es necesario sustituirla, en caso de avería, por empuje con tubería nueva. También podrá sustituirse por acero inoxidable AISI 316L según UNE-EN 10088-1:1996, con junta soldada, y espesor de pared mayor o igual que la centésima parte de su diámetro y nunca inferior a 6 mm.

El control, mantenimiento y explotación de la tubería de abastecimiento, objeto de la actuación, se realizará mediante la instalación de dos válvulas de seccionamiento, alojadas en cámaras, dispuestas a ambos lados de la carretera, y cuya ubicación se adecuará a las requerimientos legales y a las condiciones del entorno. Se continuará la vaina hincada hasta las cámaras de válvulas con el fin de conducir por dicha vaina las posibles fugas que se puedan producir.

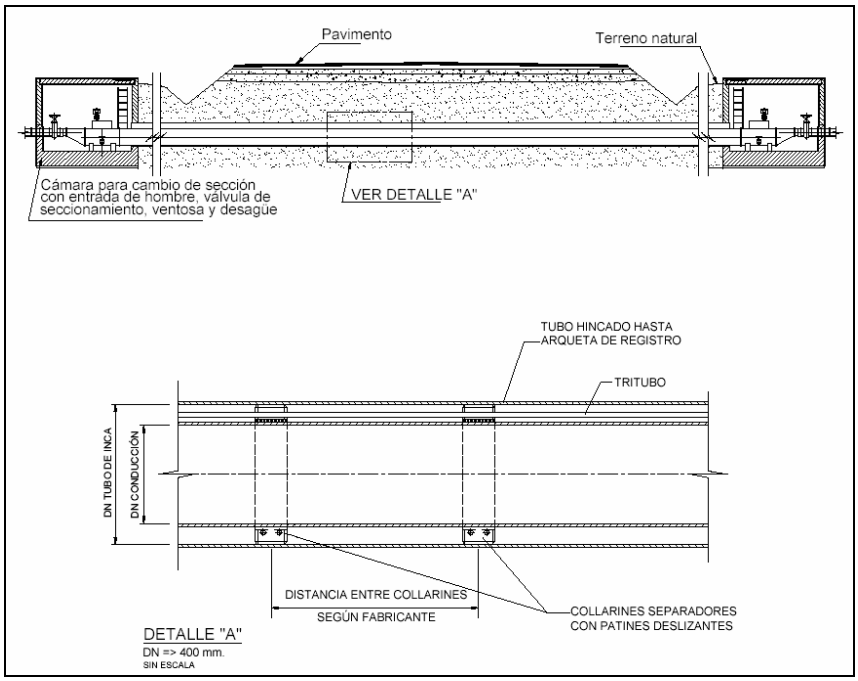


Gráfico 9: Sección longitudinal de hinca de tubería con válvulas de seccionamiento a ambos lados de la carretera.

b.2 En galería

Si se autoriza la ejecución del cruce a cielo abierto o previo a la ejecución de la carretera la tubería se alojará en una galería visitable, según se indica en gráfico siguiente.

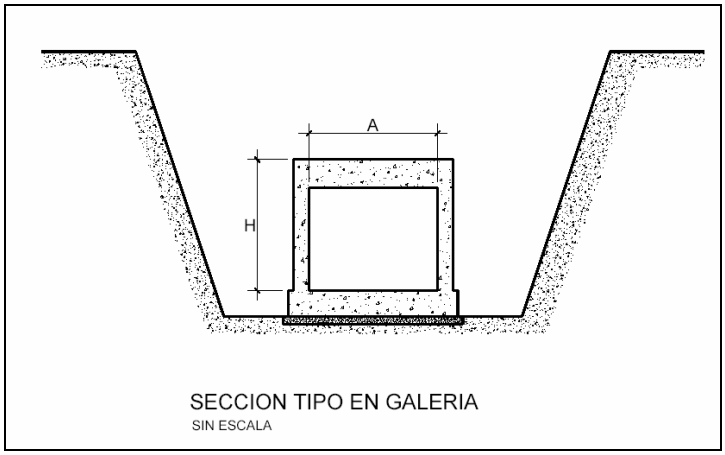


Gráfico 10: Sección tipo en galería

La obra de cruce se realizará en zanja a cielo abierto o sobre terreno convenientemente saneado.

El cruce se realizará mediante una tubería alojada y debidamente anclada en galería rectangular, de dimensiones mínimas según la Tabla 16, ejecutada mediante cajones o elementos prefabricados, y con acceso para personal desde la superficie. Se dispondrá de una cámara de entrada de materiales en un extremo de la galería y de una cámara de entrada de personal en el extremo opuesto. En las conexiones del tramo de cruce con la conducción existente se dispondrán válvulas de corte.

DN (mm)	**A (m)**	**H (m)**
≤ 300	≥1,50	≥1,80
300 < DN ≤1000	≥ (2DN+0,90)	≥1,80

Tabla 16: Cajón prefabricado para alojamiento de tubería.

En caso de emplear cajones prefabricados, deberá cuidarse la impermeabilización de las juntas, de tal forma que se impida la penetración de agua procedente de la infiltración del terreno. Se dispondrá de desagües en los puntos bajos de la galería, de forma que se facilite la evacuación del agua almacenada en la misma.

8.2.5. Montaje de tuberías y accesorios

El montaje de la tubería y accesorios deberá realizarlo personal experimentado. Antes de su colocación se inspeccionarán los tubos interior y exteriormente para evitar suciedad, adherencias, grietas y defectos de protección.

El descenso de la tubería se efectuará con los medios manuales o mecánicos adecuados evitando dañar los recubrimientos. En general la tubería no se apoyará sobre el fondo de la zanja, sino que se colocará una capa de arena con un espesor mínimo de 10 cm, para asegurar el perfecto asentamiento de la tubería.

Cada tubo deberá alinearse perfectamente con los adyacentes. En el caso de zanjas con pendientes superiores al 10 % la tubería se montará en sentido ascendente. En el caso de que no fuera posible colocarlo en sentido ascendente, se tomarán las precauciones oportunas para evitar el deslizamiento de los tubos. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.

En el montaje de conducciones de fundición no se admitirán desviaciones mayores entre tubos de 5º para tubos de diámetro entre 100 y 150 mm, 4º para tubos de diámetro entre 200-300 mm, y 3º para tubos de diámetro entre 350-400 mm.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, agotando con bomba o dejando desagües en la excavación. Generalmente no se colocarán más de 100 metros de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos de golpes, etc.

Las uniones en su caso, los cambios de dirección o sección y las derivaciones, se realizarán con los correspondientes accesorios o piezas especiales. En los cambios de dirección, las alineaciones rectas serán tangentes a las piezas empleadas. Los accesorios y válvulas se instalarán sin condiciones de tensión, adoptando medidas para evitar fuerzas interiores y exteriores. Cuando sea necesario, el peso de la carga debe ser soportado por cimentaciones.

Las uniones deberán quedar descubiertas, hasta que se hayan realizado las pruebas correspondientes, por si fuera necesaria alguna intervención posterior. Cuando se interrumpa la instalación de tubería se taponarán los extremos libres para evitar la entrada de agua o cuerpos extraños, procediendo, no obstante esta precaución, a examinar el interior de la tubería al reanudar el trabajo.

8.3. NUDOS TIPO

Aparte de los ya mostrados para casos singulares en anteriores apartados (cruces de calzada o carretera, montaje simple de válvulas, etc.) Se muestran a continuación los tipos más habituales de nudos. La simbología empleada es la siguiente.

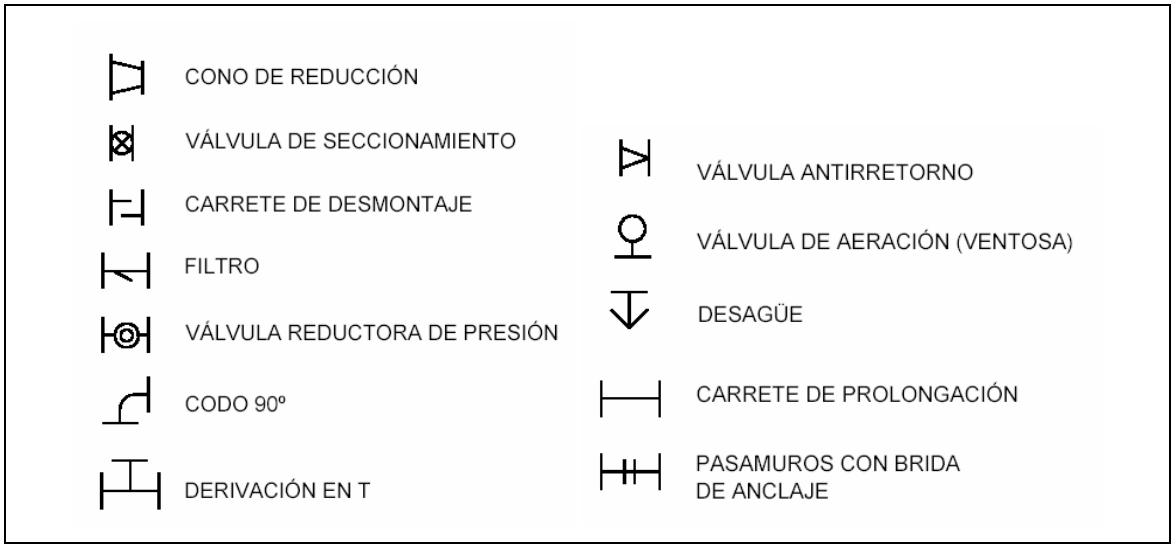


Gráfico 11: Simbología empleada en los nudos

8.3.1. Seccionamiento con dos ventosas

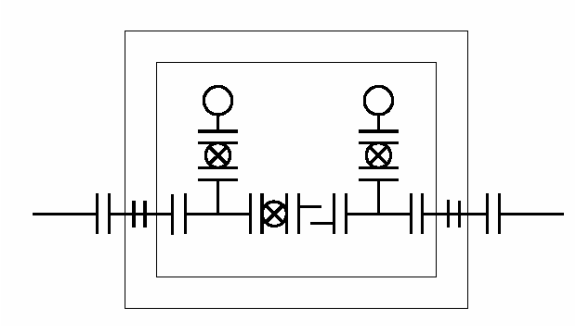


Gráfico 12: Seccionamiento con dos ventosas

8.3.2. Seccionamiento con ventosa y desagüe

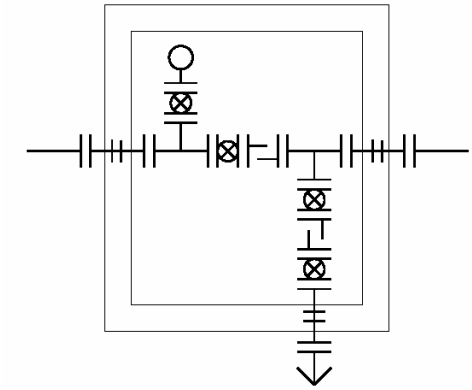


Gráfico 13: Seccionamiento con ventosa y desagüe

8.3.3. Seccionamiento con dos desagües

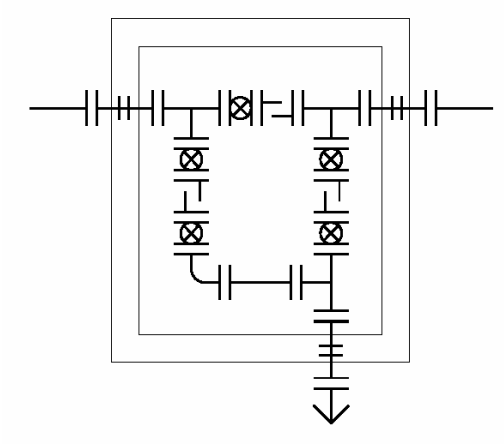


Gráfico 14: Seccionamiento con dos desagües

8.3.4. Seccionamiento con derivación y dos ventosas

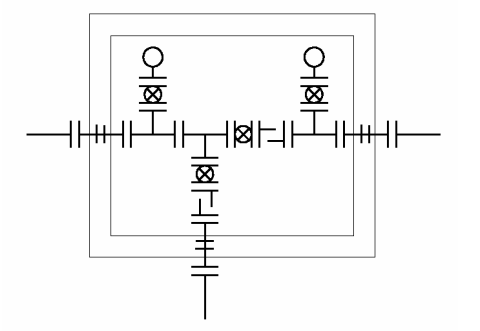


Gráfico 15: Seccionamiento con derivación y dos ventosas

8.3.5. Seccionamiento con derivación, ventosa y desagüe

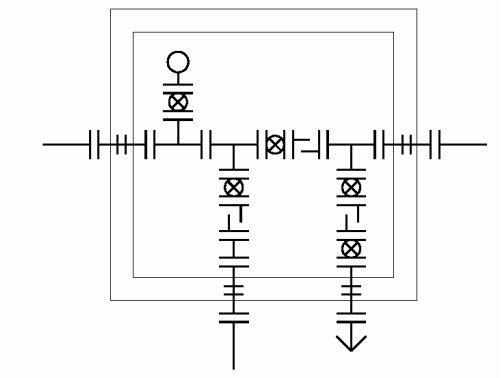


Gráfico 16: Seccionamiento con derivación, ventosa y desagüe

8.3.6. Seccionamiento con derivación y dos desagües

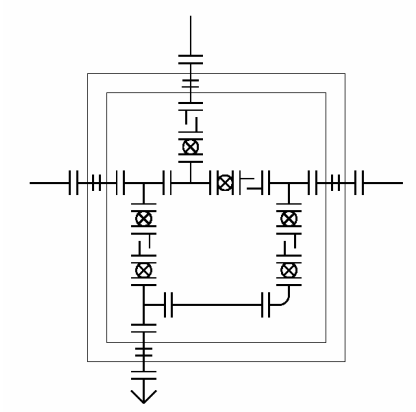


Gráfico 17: Seccionamiento con derivación y dos desagües

8.3.7. Seccionamiento con dos derivaciones y dos ventosas

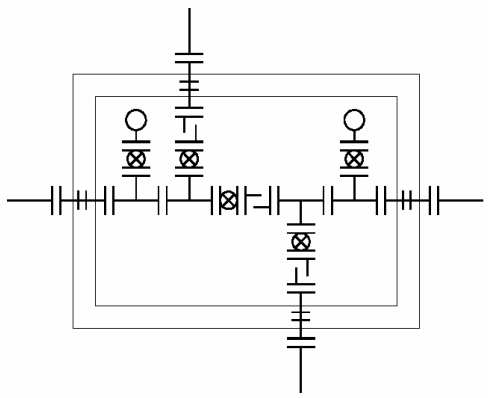


Gráfico 18: Seccionamiento con dos derivaciones y dos ventosas

8.3.8. Seccionamiento con dos derivaciones, ventosa y desagüe

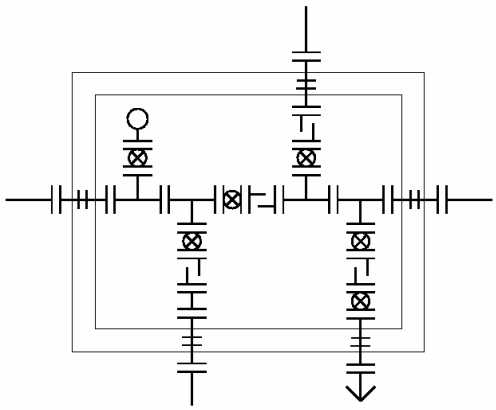


Gráfico 19: Seccionamiento con dos derivaciones, ventosa y desagüe

8.3.9. Seccionamiento con dos derivaciones y dos desagües

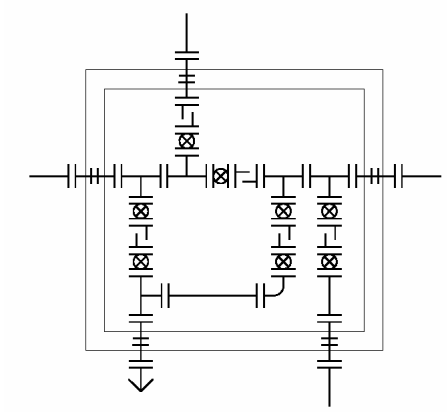


Gráfico 20: Seccionamiento con dos derivaciones y dos desagües

8.3.10. Válvulas reductoras de presión en paralelo

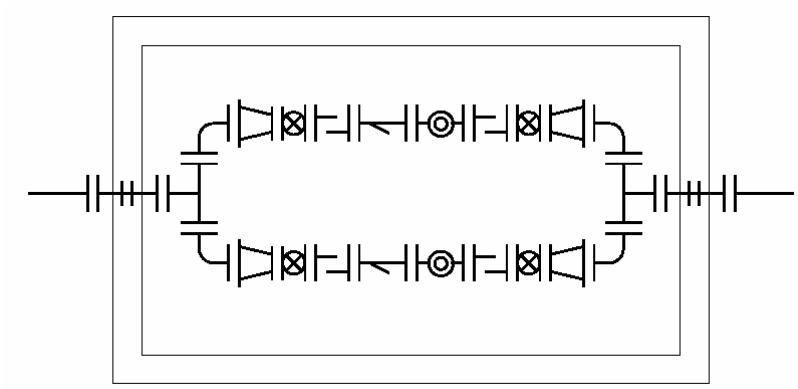


Gráfico 21: Válvulas reductoras de presión en paralelo

8.3.11. Válvulas reductoras de presión en configuración serie paralelo (disposición en ocho)

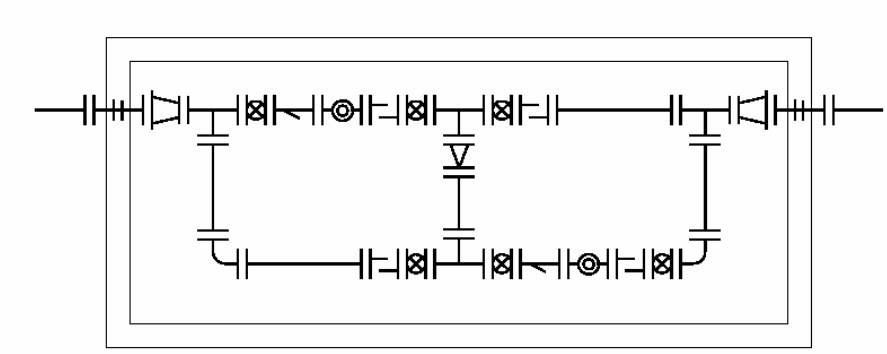


Gráfico 22: Válvulas reductoras de presión en configuración serie paralelo (disposición en ocho)

8.4. DEPÓSITOS

Un depósito es una infraestructura estanca destinada a la acumulación de agua para consumo humano, usos industriales, protección contra incendios, riego de zonas verdes, etcétera.

La norma *UNE-EN 1508:1999* especifica y aporta, entre otras, las indicaciones para el diseño de depósitos de agua.

Dependiendo de su función los depósitos pueden ser de regulación, de reserva, de mantenimiento de presión o de alguna combinación de ambas.

Se aconseja que su capacidad sea suficiente para garantizar el abastecimiento a la zona servida durante 24 horas, incluyendo un volumen de reserva necesaria contra incendios, y no debiendo ser nunca inferior de la necesaria para 12 horas.

Con el fin de facilitar las labores de explotación y mantenimiento, el depósito se diseñará, como mínimo, con dos compartimentos. Cada compartimento dispondrá de una tubería de entrada y una tubería de salida, así como una tubería de vaciado o desagüe. Todas ellas serán independientes y estarán provistas de los dispositivos de seccionamiento necesarios para realizar derivaciones y conexiones entre los compartimentos. Se pondrá especial cuidado en la estanqueidad del muro divisorio con objeto de separar hidráulicamente ambos vasos de la forma más rigurosa posible.

Los dispositivos de seccionamiento, derivación y control se centralizarán en arquetas o casetas, también denominadas cámaras de llaves, adosadas al depósito y fácilmente accesibles.

En cuanto a su disposición respecto del terreno puede ser superficial, semienterrado o enterrado. En el caso de depósito superficial el agua contenida es afectada de forma más acusada por la temperatura exterior pero se hace más sencilla la identificación de filtraciones a través de los muros. Estas circunstancias se invierten en el caso de depósito enterrado.

En relación con la solera, debe ubicarse una red de drenaje convenientemente sectorizada (al menos por vasos) con objeto de detectar y medir las fugas que se produzcan a través de ésta. Cada uno de los sectores terminará en una arqueta distinta, la cual dispondrá del correspondiente desagüe.

La utilización de depósitos prefabricados o de forma circular debe ser objeto de aprobación por escrito de los técnicos municipales previa justificación de la durabilidad de las uniones entre elementos, la estabilidad estructural y durabilidad del conjunto para diversos niveles de llenado, la inexistencia de movimientos relativos entre paneles adyacentes, la solución constructiva para la unión de éstos con la solera, etc.

El depósito debe diseñarse para prevenir la contaminación del agua que almacena y para evitar los cambios químicos, físicos o biológicos perjudiciales para la calidad del agua. En este sentido y con el fin de dar cumplimiento al *Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano,* se tendrán en cuenta los siguientes criterios en el diseño de un depósito:

1. El depósito será cubierto y dispondrá de lámina de impermeabilización sobre cubierta.

2. Se dispondrá un dispositivo de desagüe con arqueta para el vaciado total del depósito en operaciones de limpieza y desinfección.

3. La solera del depósito se situará a cota superior a la del alcantarillado a que se vaya a conectar el dispositivo de desagüe y siempre con una pendiente del 2% hacia el desagüe. La terminación de la superficie correspondiente a dicha solera de deposito se realizara en dos fases, en la primera, una vez terminado el hormigonado se regularizara con fratas o regla y en la segunda, cuando el hormigón empiece a endurecer y se halla evaporado él liquido superficial resultante del vibrado, se regularizara la superficie, con la herramienta llana, sin dejar en ella; rugosidades, poros, etc.

4. Los materiales de construcción e impermeabilización interior cumplirán los requerimientos de productos en contacto con el agua para consumo humano. En relación con las características mecánicas e hidráulicas de los materiales empleados en la impermeabilización, es necesario que éstos cumplan con lo estipulado en la UNE 104309-3 denominada “materiales líquidos para la impermeabilización de depósitos en obras hidráulicas”

5. El depósito se proyectará cerrado. Los accesos al interior del depósito y a la cámara de llaves dispondrán de puertas o tapas con cerradura.

6. La entrada estará hidráulicamente independizada de ambos vasos del depósito, con objeto de evitar que una rotura de la tubería de alimentación produzca el vaciado parcial o total de éste.

7. Las ventanas de iluminación de la cámara de llaves no serán practicables y dispondrán de enrejado o mallado de seguridad para evitar la entrada de insectos y roedores.

8. Los huecos de ventilación del depósito serán de dimensiones reducidas para impedir el acceso a hombres y animales y se protegerán mediante rejas, lamas o caperuzas fijas que dificulten la introducción de sustancias en el interior del depósito.

9. Se protegerá el perímetro del depósito mediante cerramiento de fábrica o de valla metálica hasta una altura mínima de 2,20 m, con puerta de acceso controlado mediante cerradura.

10. Se dispondrán los elementos de señalización de la instalación como depósito de agua para consumo humano, de acuerdo con el Real Decreto 140/2003.

11. Es conveniente que los pilares interiores, cuya cimentación debe de ser independiente de la de los muros y solera, sean de sección circular dado que las esquinas son más atacables por el cloro. También es preferible que el encofrado de estos pilares se realice con cartón especial para dicho uso, por resultar un paramento más liso y resistente al ataque químico.

12. Es necesario disponer al lado del muro divisorio, una entrada practicable para cada compartimento con posibilidad de acceso de materiales y herramientas. El acceso al interior debe realizarse mediante escalera de patés anclados al muro de recinto (inoxidables o de polipropileno con fijación mecánica reforzada con epoxi), con protección reglamentaria. En caso de depósitos de volumen igual o superior a 10.000 m^3 la escalera se realizará en fábrica o mediante estructura de acero inoxidable con barandilla reglamentaria. Desde dicha entrada se debe poder acceder a realizar la revisión de la válvula de llenado.

13. Las juntas de dilatación y de construcción serán convenientemente estudiadas.

En el caso de los depósitos que funcionen en cola de una red, la tubería de entrada puede ser de flujo reversible y coincidir con la de salida.

Existirá también un vertedero de emergencia que evite el rebose en caso de fallo en los mecanismos de regulación del llenado. El vertedero o aliviadero estará conectado con la tubería de vaciado y deberá tener capacidad para evacuar el máximo caudal entrante.

El llenado se puede realizar mediante una impulsión o por gravedad y dispondrá en todo caso de mecanismos de regulación del llenado, generalmente válvulas de flotador o válvulas de altura. Las características de éstas son las siguientes:

- Las válvulas de flotador permiten una ligera oscilación del nivel, ya que su apertura es directamente proporcional al descenso de la lámina. El hecho de que el depósito esté siempre lleno repercute de forma favorable sobre la garantía de suministro pero de forma negativa sobre la calidad del agua almacenada, ya que aumenta el tiempo de retención medio.

- Las válvulas de altura o de apertura y cierre diferidos permiten la oscilación de la lámina entre un máximo y un mínimo, cerrando la entrada cuando se alcanza el primero y volviéndola a abrir cuando el nivel desciende por debajo del segundo. En cuanto a su funcionamiento en relación con la garantía de suministro y de afección a la calidad del agua, su desempeño es opuesto al caso de control de llenado mediante válvula de flotador: El hecho de que oscile el nivel repercute favorablemente sobre la calida del agua (mayor renovación) pero un corte del agua de entrada puede “sorprender” al depósito en su nivel más bajo, reduciendo el tiempo de servicio antes de vaciarse.

La tubería de salida del agua dispondrá de un filtro y el punto de toma se situará de 20 a 30 cm por encima de la solera para evitar la entrada de sedimentos. Si se quiere utilizar esta lámina de agua se podrá disponer la toma alojada en un rebaje practicado en la solera.

La cámara de válvulas debe disponer de suelo antideslizante y la extracción de cualquiera de las válvulas instaladas, ya sea por la propia puerta o por la cubierta. En todo momento se evitará el trasiego del personal de explotación por encima de las tuberías, colocándose para ello los correspondientes trámex o chapas lagrimadas o perforadas en material inoxidable o galvanizado. La propia cámara debe disponer de un desagüe suficiente para evacuar el agua que pueda verterse.

Se instalarán carretes de montaje en todos aquellos casos en los que el apoyo o arriostramiento de elementos de la conducción no permita movimientos relativos entre ellos. Las juntas de desmontaje estarán fabricadas en acero inoxidable calidad mínima 18/8 para la presión de trabajo máxima a la que están sometidos. las bridas serán de acero al carbono serán de calidad A-42 RAI UNE 36-087 con tratamiento antioxidante.

Las bridas y la conducción serán de acero al carbono galvanizadas en caliente con un espesor de 100 micrómetros o con recubrimiento de epoxi de espesor mínimo 60 micras.

La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar alejadas dentro del depósito para forzar la circulación del agua dentro del mismo. Por este mismo motivo, dispondrán de pantallas o tabiques de guía, de forma que se obligue a la masa de agua a seguir un camino sinuoso entre la toma y la salida. En definitiva, debe hacerse todo lo posible para que no se produzcan cortocircuitos hidráulicos y el depósito funcione de la forma más parecida a un flujo pistón que a una mezcla completa.

Se instalará una derivación o by-pass, con dispositivo de seccionamiento, de forma que se permita la conexión eventual de las tuberías de entrada y de salida.

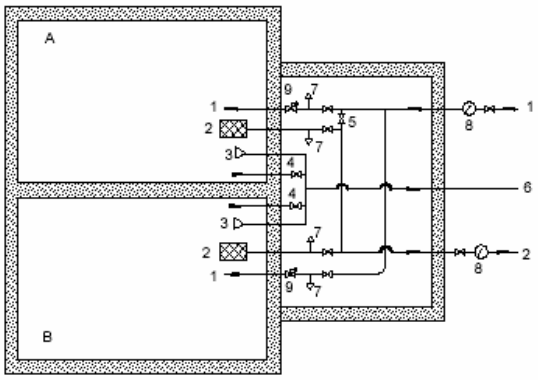
En las tuberías que atraviesen los muros del depósito se instalará un manguito embridado (pasamuros) empotrado en el muro y sellado mediante una impermeabilización que asegure la estanquidad del agua con el exterior.

Las tuberías de entrada y de salida de cada compartimento dispondrán de un grifo que permita la extracción de muestras para el análisis de la calidad del agua.

Se instalarán dispositivos medidores de volumen (contadores) o de caudal (caudalímetros) para el registro de los caudales de entrada y de salida, así como dispositivos eléctricos de control del nivel del agua

Para realizar las tareas de explotación y mantenimiento en el interior del depósito, se dispondrá de entrada de hombre, escalera (fija o de pates), pasillo central de inspección y alumbrado interior.

A continuación se adjuntan las secciones en planta y alzado de un depósito con la disposición más frecuente de los elementos necesarios.



A	Compartimento 1
B	Compartimento 2
1	Tubería de entrada
2	Tubería de salida
3	Aliviadero
4	Dispositivo de vaciado
5	Válvula by-pass
6	Tubería de vaciado y alivio
7	Grifo para extracción de muestras
8	Caudalímetro o contador
9	Válvula de llenado

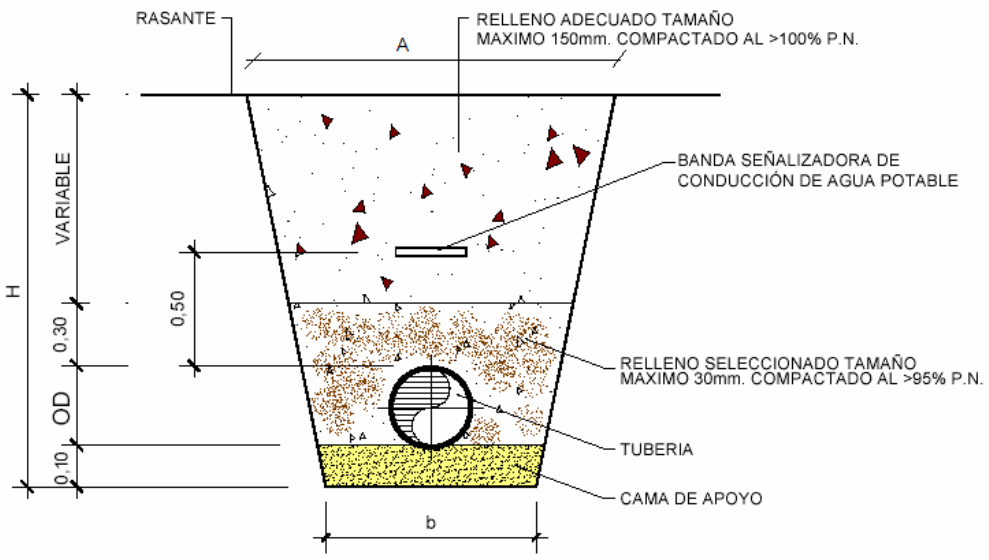
Gráfico 23: Esquema de un depósito y sus elementos más relevantes

8.5. ZANJAS Y ARQUETAS TIPO

8.5.1. Dimensiones mínimas de zanja

Para tuberías de diámetros iguales o superiores a 80 mm deberán respetarse las siguientes, considerando que en los nichos para las uniones entre tubos deberá ampliarse la profundidad y anchura de la zanja en función del tipo de junta empleada.

Para tuberías de diámetros inferiores deberá especificarse explícitamente en las condiciones Técnicas del Proyecto, pero manteniendo siempre una profundidad mínima de 40 cm. Las anteriores especificaciones de profundidades son de índole general, pudiéndose instalar la tubería, en determinados casos, a profundidades diferentes de las que se indican.



SECCION TIPO DE ZANJA
SIN ESCALA

DN mm	b m	A m	H m	OD mm	V_{cama} m^3/m	$V_{seleccionado}$ m^3/m	$V_{adecuado}$ m^3/m	$V_{excavación}$ m^3/m
80	0,60	0,60	0,80	98	0,0600	0,2313	0,1812	0,4800
100	0,60	0,60	1,00	118	0,0600	0,2399	0,2892	0,6000
150	0,60	0,60	1,20	170	0,0600	0,2593	0,3780	0,7200
200	0,60	0,70	1,20	222	0,0604	0,2902	0,3907	0,7800
250	0,60	0,80	1,40	274	0,0607	0,3172	0,5432	0,9800
300	0,80	1,00	1,50	326	0,0807	0,4518	0,7341	1,3500
400	0,90	1,10	1,70	429	0,0906	0,5514	0,9135	1,7000
500	1,00	1,30	1,80	532	0,1008	0,6813	1,0656	2,0700
600	1,10	1,50	2,00	635	0,1110	0,8179	1,3544	2,6000
700	1,20	1,70	2,10	738	0,1212	0,9708	1,5252	3,0450
800	1,30	1,90	2,30	842	0,1313	1,1277	1,8642	3,6800
900	1,40	2,00	2,40	945	0,1413	1,2665	1,9709	4,0800

Gráfico 24: Dimensiones y cubicación de la zanja tipo

Los volúmenes de excavación son por metro lineal, y cada una de las columnas significa:

DN	Diámetro nominal del tubo
B	Anchura de la zanja en la solera
A	Anchura de la zanja en la cota del terreno
H	Profundidad de la zanja
OD	Diámetro exterior del tubo
V_{cama}	Volumen en m^3 de cama en la zanja, con un espesor de 0,10 metros
$V_{seleccionado}$	Volumen en m^3 de zahorra o relleno seleccionado en zanja
$V_{adecuado}$	Volumen en m^3 de zahorra o relleno seleccionado en zanja
$V_{excavación}$	$V_{cama} + V_{seleccionado} + V_{adecuado} + V_{tubería} = (b+A)/2*H$

8.5.2. Apertura y acondicionamiento de zanja

Las zanjas pueden abrirse a mano o mecánicamente. En cualquier zanja su trazado será recto en planta y con la rasante uniforme. Si el tipo de junta empleada requiere la realización de nichos, estos no se harán hasta el momento de montar los tubos y a medida que se verifique esta operación, para asegurar su posición y conservación.

En caso de terrenos que no aseguren suficientemente su estabilidad se consolidará la solera mediante cimentación con hormigón de 100 Kg/cm^2, pilotajes, etc.

No deberán transcurrir más de ocho días entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería. En el supuesto de no poder cumplirse el plazo anteriormente expuesto, se debe comunicar a la entidad suministradora.

Si la tierra extraída no ha de ser reutilizada para el tapado o se tratase de escombros, deberán ser retirados de la zona de obras o transportados a vertedero lo antes posible. Deberán cumplirse siempre las normativas Municipales a este respecto.

Se tendrá especial cuidado, durante la excavación, en no dañar otras instalaciones existentes en el subsuelo, tomando las medidas de precaución adecuadas, ya sea mediante el pase de un aparato de detección electrónica, recopilando información en las empresas de servicios o empleando otros sistemas.

8.5.3. Arquetas

Las arquetas se realizarán en obra, pudiendo ser de encofrado perdido o no.

Se deberán realizar de hormigón armado siempre que tengan que ubicarse bajo calzada, y dispondrán de marcos y tapas de fundición para soportar las cargas correspondientes según norma Europea EN124.

Los distintos tipos de arquetas según los elementos o piezas que contengan (válvulas, ventosas, descargas, reguladoras, contadores y filtros) vienen definidas suficientemente en los planos tipos adjuntos. Si el nivel freático del terreno es elevado, deberá mantenerse seca la zanja hasta que esté totalmente terminada la arqueta.

Se efectuarán de tal forma que sea posible desmontar la válvula sin necesidad de cortar la tubería, ni romper la arqueta.

En caso de que sea necesario, por estar la tubería demasiado profunda, bajar al interior de la cámara, se dotará a ésta de una entrada, de un diámetro no inferior a 80 cm., y una escalera adosada a la pared, provista de pates metálicos forrados de polipropileno, con una separación de 30 centímetros entre los mismos. En la instalación de válvulas de mariposa la arqueta tendrá una apertura que permita la extracción del desmultiplicador.

La tapa de la arqueta no sobresaldrá de la rasante a la calle. Estarán provistas de taladros para facilitar su levantamiento.

Se prohíben expresamente los pates conformados con acero para la construcción, debiendo ser pates fabricados específicamente como tales, en material inoxidable, de acero forrado de polipropileno o similares.

La cámara que deba construirse en calzada tendrá las siguientes características:

Solera: De 15 cm. de espesor de hormigón de resistencia característica de 100 Kg./cm^2.

Muros: De hormigón de resistencia característica 175 Kg./cm^2 y 20 cm. de espesor, a los que se dispondrá de armadura de reparto según las cuantías mínimas definidas en la instrucción EHE (Instrucción para hormigón estructural).

Acabado: Enfoscado sin maestrear de paredes con mortero 1:3 de 15 mm. de espesor con acabado bruñido. Ángulos redondeados.

Las paredes de la arqueta no se apoyarán en ningún caso sobre las tuberías, haciéndose pasamuros.

8.6. RELLENO DE ZANJA Y REPOSICIÓN DEL FIRME

Una vez terminada la obra y realizadas las pruebas y comprobaciones pertinentes, se procederá al tapado de la zanja con los materiales y procedimientos descriptos en los planos tipo de zanja de agua potable, ya sea para acera, calzada normal, protección en cruce, y cruce de carretera nacional. El tipo, material, color y apariencia de acera, asfalto o adoquín deberá ser el normalizado por el Ayuntamiento y que guarde homogeneidad con las zonas colindantes.

En caso de realizar excavaciones con demolición del firme asfáltico, se procederá previamente a cortar el pavimento con máquina cortadora de disco, para posteriormente ejecutar la excavación.

Una vez realizado el relleno de la excavación, se procederá a la reposición del firme, de tal forma que se mantengan las características del existente anteriormente. Posteriormente al extendido del material, se compactará la superficie con objeto de crear una zona consistente y al mismo nivel que la adyacente.

8.7. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED, LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LAS CONDUCCIONES

Las pruebas de funcionamiento de la red se realizarán conforme a lo indicado en el apartado 6.4.1 de la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del CEDEX, que a su vez sigue lo descrito en la norma UNE-EN 805:2000, cuyo contenido práctico se resume a continuación.

Así, a medida que avance el montaje de la tubería, ésta debe ser probada por tramos, con la longitud fijada en el proyecto o por la Dirección de Obra, los cuales deben ser de iguales características (materiales, diámetros, espesores, etc.). Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

Las longitudes de estos tramos de prueba dependen de las características particulares de cada uno de ellos. Unas longitudes razonables para los tramos pueden oscilar entre 500 y 1.000 ó incluso 2.000 metros.

Antes de empezar la prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábricas con la resistencia debida.

Cuando la tubería se disponga enterrada, la zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las uniones descubiertas. Asimismo debe comprobarse que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería que se vaya a ensayar y debe estar provista, al menos, de un manómetro, el cual debe tener una precisión no inferior de 0,02 N/mm^2 (0,2 kg/cm^2). La medición del volumen de agua, por su parte, debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, deben tomarse las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba, que es única, consta, en general, de las dos etapas siguientes: etapa preliminar y etapa principal.

8.7.1. Etapa preliminar

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería, una vez llena de agua, se debe mantener en esta situación al menos 24 horas. El objeto de esta etapa preliminar es que la tubería se estabilice, alcanzando un estado similar al de servicio.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm^2 (1 kg/cm^2) por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo razonable (que lo debería fijar el proyecto correspondiente o la DO a la vista de las circunstancias particulares de cada caso) para lograr los objetivos de esta etapa

preliminar, para lo cual, si es necesario, habrá que suministrar, bombeando, cantidades adicionales de agua. Durante este período de tiempo no debe de haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

La fijación de la duración de esta etapa preliminar es fundamental para el buen desarrollo de la posterior etapa principal. Deberá ser tal que logre por completo la estabilización de la tubería a que antes se hacía referencia y dependerá de numerosos factores, como por ejemplo, el tipo de tubo de que se trate, el diámetro, las condiciones de la instalación, la naturaleza de las uniones, la climatología, etc.

Un tiempo razonable para el caso de tuberías de fundición estaría entre una y dos horas.

8.7.2. Etapa principal o de puesta en carga

Una vez superada la etapa preliminar, la presión hidráulica interior se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm^2 por minuto (1 kg/cm^2). Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua durante, al menos, una hora. Al final de este período al medir mediante manómetro el descenso de presión habido durante dicho intervalo, éste debe ser inferior a 0,02 N/mm^2 (0,2 kg/cm^2) para tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC-U, PRFV y PE.

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser éste inferior al que se tabula a continuación para tuberías de fundición:

DN	litros por kilómetro de tubería		
	FD K9	FD K10	FD K12
80	0,08	0,08	0,07
100	0,13	0,12	0,11
125	0,20	0,20	0,18
150	0,30	0,29	0,27
200	0,56	0,53	0,49
250	0,90	0,86	0,80
300	1,33	1,28	1,18
350	1,87	1,78	1,65
400	2,49	2,37	2,18
450	3,21	3,05	2,81
500	4,04	3,84	3,53
600	6,01	5,70	5,22
700	8,38	7,94	7,26
800	11,21	10,61	9,69

Gráfico 25: Pérdidas máximas de agua admisibles por kilómetro de tubería ensayada (expresadas en litros

Cuando, durante la realización de esta etapa principal o de puesta en carga, el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados (repasando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso, algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente la comprobación de que el descenso de presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados.

En cualquier caso, si los resultados de la etapa principal no son satisfactorios, o existen dudas sobre la correcta desaireación de la tubería, se puede realizarse un ensayo complementario de purga que aclare tal circunstancia, conforme a la metodología recogida en la norma UNE EN 805:2000.

8.8. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LA RED

Antes de que la tubería entre en servicio, debe ser limpiada y desinfectada.

Posteriormente a la desinfección de la red, se podrá exigir un análisis bacteriológico cuyos resultados deberán ser acordes con la legislación vigente. Se levantará acta de las pruebas realizadas.

8.8.1. Limpieza interior

La limpieza interior de la red, previa a su desinfección, se realizará por sectores, mediante el cierre de las válvulas de seccionamiento adecuadas.

Se abrirán las descargas del sector aislado y se hará circular el agua, haciéndola entrar sucesivamente por cada uno de los puntos de conexión del sector a la red, mediante la apertura de la válvula de seccionamiento correspondiente.

La velocidad de circulación del agua se recomienda no sobrepase los 0,75 m/seg.

8.8.2. Elección del desinfectante

Para la desinfección, deberán ser considerados, entre otros, los siguientes productos:

- Hipoclorito de Sodio (NaOCl)
- Hipoclorito Cálcico $Ca(OCl)_2$
- Permanganato de Potasio $KMnO_4$
- Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2)

La elección del desinfectante debe considerar factores como el período de almacenaje, facilidad de trabajo (p.e. probabilidad de accidentes del personal o al medio ambiente). A veces, debe considerarse también el tiempo de contacto y aspectos de la calidad del agua como el pH y, en el caso del Hipoclorito de Calcio, la dureza del agua de prueba para evitar la formación de Carbonato Cálcico. Las concentraciones y tiempos de contacto de cada uno de los desinfectantes recomendados se detallan en la Tabla 17 junto a sus limitaciones, precauciones especiales y agentes neutralizantes especiales requeridos por cada producto.

Se extremarán las precauciones al manipular el desinfectante para evitar accidentes personales y daños al medio ambiente.

8.8.3. Desinfección de la red

a) *Con hipoclorito sódico*

Se actuará por sectores. Aislado un sector y con las descargas cerradas, se introducirá una solución de cloro en cantidad tal que el punto más alejado al de inyección presente una cantidad de cloro residual de 25 mg/l. Transcurridas 24 horas el cloro residual en dicho punto será, como mínimo, de 10 mg/l. De no ser así se procederá a una nueva introducción de cloro.

Una vez efectuada la desinfección, se abrirán las descargas y se hará circular agua hasta que se obtenga un valor de cloro residual de 0,5 a 2 mg/l.

b) *Con otros desinfectantes*

Al igual que con hipoclorito sódico, se realizará por sectores aislados y descargas cerradas. Se llenará el sector con agua y una concentración adecuada del desinfectante elegido (ver Tabla 17). Esta solución desinfectante debe estar como mínimo 24 horas en contacto con la tubería.

Desinfectante	Concentración recomendada	Limitaciones de uso	Agentes neutralizantes
Hipoclorito de Sodio NaOCl (líquido)	20-50 mg/l (como Cl)	Período de almacenaje limitado (1)	Dióxido de Azufre(SO_2) Tiosulfato de Sodio ($Na_2S_2O_3$)

Permanganato de Potasio $KMnO_4$ (en solución)	30 mg/l (como $KMnO_4$)	Ninguna	Dióxido de Azufre(SO_2) Tiosulfato de Sodio ($Na_2S_2O_3$) Sulfato de Hierro ($FeSO_4$)
Peróxido de Hidrógeno gas H_2O_2 (en solución)	100 mg/l (como H_2O_2)	Período almacenaje limitado. Se degrada expuesto a luz o altas temperaturas	Cloro (Cl_2) en solución Hipoclorito de Calcio ($Ca(OCl)_2$) en solución Hipoclorito de Sodio (NaOCl), pH elevados

Tabla 17: Detalle de los productos químicos útiles para la desinfección de sistemas de distribución de agua.

(1) El almacenaje, la manipulación y el uso de todos estos desinfectantes puede ser peligroso. Deben cumplirse las regulaciones nacionales y locales así como las recomendaciones del fabricante.

El tiempo de contacto recomendado es de 24 horas.

La Tabla 17 no constituye una lista exclusiva, pueden ser usados otros desinfectantes autorizados legalmente y aprobados por la entidad suministradora.

Finalmente se hará circular agua potable por la tubería. Al término de la desinfección, la solución deberá ser diluida hasta concentraciones no perjudiciales o bien neutralizada mediante los agentes neutralizantes indicados en la anterior tabla.

8.8.4. Limpieza exterior de la red

Se limpiarán todas las arquetas y las piezas alojadas en ellas.

8.8.5. Conexiones con la red existente

Todos los trabajos que afecten a instalaciones existentes, tales como la conexión de acometidas a edificios, conexiones a nuevas redes, vaciado y puesta en carga de la red, etc.; serán realizadas por la entidad suministradora a cargo del peticionario.

Estos trabajos se realizarán una vez probadas las instalaciones a conectar, absteniéndose el constructor de hacer previamente ninguna conexión, ni tan siquiera en edificios a suministrar para la red en construcción.

En las urbanizaciones cuya realización se vaya efectuando por fases, el suministro será controlado por contador general, con cargo al promotor.

A medida que se vayan recepcionando las redes de distintas fases, podrán legalizarse los suministros individuales mediante contadores divisionarios, siendo que el consumo hasta la recepción final de las redes de la urbanización será facturado por diferencias de consumo entre el contador general y la nueva de los divisionarios.

9. ACOMETIDAS

9.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACOMETIDAS

Como se ha expuesto previamente, se entiende por acometida, aquella instalación compuesta por valvulería, accesorios y conducción, que enlaza la red de distribución con la instalación interior del inmueble.

Su instalación, conservación y manejo será realizada exclusivamente por la entidad suministradora. El coste de su ejecución será satisfecho por el peticionario y/o usuario, así como las maniobras que deban ejecutarse por mandato de éste (corte para reparación de avería interior en caso de fallo en la llave de paso previa a contador, por ejemplo).

Cada finca o edificio tendrá su propia acometida, que normalmente accederá por zona de común acceso. En caso de ser necesarias instalaciones contraincendio, éstas estarán completamente independizadas de las correspondientes a otros usos;

contando con un enganche propio sobre la conducción de distribución y un aljibe de dimensiones suficientes y que no podrá ser destinado o compartido con otros usos. En casos justificables, la entidad suministradora podrá admitir la ejecución de una sola conexión a la tubería general a partir de la cual se bifurcarán la alimentación de la instalación contra incendios y el resto de los consumos. En este caso el diámetro de la acometida vendrá dado por los requerimientos de la instalación de incendios, más exigentes en lo que se refiere a caudales instantáneos.

9.2. ELEMENTOS DE QUE CONSTA LA ACOMETIDA

Se instalarán los collarines de características y dimensiones definidos más adelante sobre la tubería, y se realizará la perforación de la misma con taladros y brocas, nunca con cincel o punzón. El collarín se colocará de forma que el tramo de acometida que va hasta la arqueta, vaya lo más perpendicular posible a la canalización existente, con el objeto de que en un futuro sea fácilmente localizable desde la arqueta. Sobre el collarín se colocará una válvula en escuadra con registro practicable en la rasante del pavimento.

En la acera, frente a la vivienda a abastecer, se instalará la llave de registro de la acometida, que será alojada en el interior de una arqueta de obra conforme al detalle que se acompaña, cuya parte superior irá cerrada con una placa de hierro fundido o fundición dúctil. La existencia de esta llave permite dejar fuera de servicio la acometida cuando así convenga. Su maniobra será exclusivamente a cargo de personal de la entidad suministradora, sin que pueda ser manipulada por personas ajenas a la compañía.

La llave de registro, con ésta inclusive, determina los límites de la responsabilidad del mantenimiento de las acometidas por parte de la entidad suministradora. A partir de dicha llave de paso se prolonga la instalación mediante la utilización de tubería del mismo tipo y diámetro igual o superior que el tramo anterior (tubo de alimentación), hasta alcanzar el alojamiento donde se ubicará el contador.

Toda vez llegado al alojamiento dispuesto para el medidor, se instalará una válvula de entrada de paso, el contador de medida, el grifo de comprobación y una válvula de salida con dispositivo antirretorno, con objeto de evitar el paso de agua del interior de la finca a la red general.

La llave de registro irá en arqueta con marco y tapa de fundición (en suelo). Las dimensiones en función del calibre de la instalación son:

Calibre contador	**Dimensiones arqueta (marco y tapa)**
Hasta Φ 30mm	12x12cms.
Φ entre 30 y 40 mm	12x12cms.
Φ > 50mm	40 x 40 cms.

Tabla 18: Dimensiones de la arqueta en función del calibre del contador

En la zona monumental se instalarán las tapas del modelo que indique el Ayuntamiento.

Dependiendo del calibre del contador se utilizarán las siguientes dimensiones del armario o de la cámara, de conformidad con el Código Técnico de la Edificación:

	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					**Cámara**					
Dimensiones en mm	**15**	**20**	**25**	**32**	**40**	**50**	**65**	**80**	**100**	**125**	**150**
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

Tabla 19: Dimensiones del armario o cámara dependiendo del calibre del contador, según CTE

En casos excepcionales que deberán ser autorizados por la entidad suministradora se instalará el contador en el suelo. En este caso, las dimensiones de la cámara en la que se instalará serán:

Calibre contador	Dimensiones cámara (en centímetros)		
	Longitud	**Anchura**	**Profundidad**
25 – 30 - 40 mm	110	50	50
50 mm	200 Se dividirá en 2 arquetas	60	60

Tabla 20: Dimensiones de la cámara (suelo) dependiendo del calibre del contador

Se adjuntan croquis detallando los elementos que incluye una acometida y su disposición.

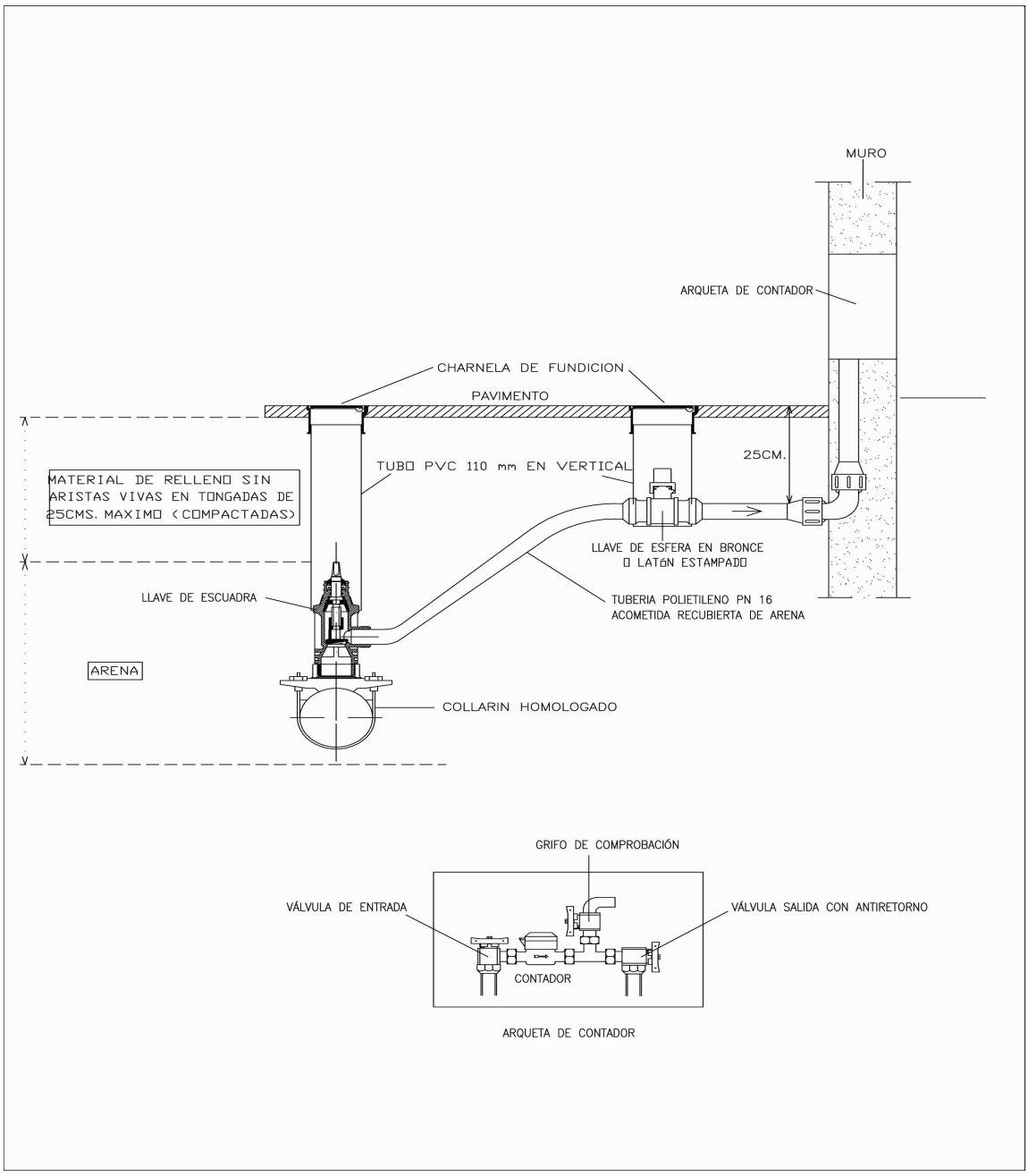


Gráfico 26: Esquema para acometidas con contador de 13 A 40 mm

En el caso de las acometidas para contadores de diámetro 50 mm los elementos a instalar son los mismos con las siguientes salvedades:

- Las válvulas de registro y entrada al contador serán del tipo compuerta con cierre elástico.
- Se instalará un filtro a continuación de la válvula de entrada al contador.
- Se respetaran las distancias entre el contador y los accesorios instalados para asegurar un registro correcto (las distancias serán las indicadas por el fabricante del contador; aproximadamente 500 mm entre el filtro y el contador). Se puede evitar esta separación mediante la instalación de un carrete estabilizador.
- Posterior al contador se instalará una válvula de retención tipo clapeta que evite el retorno
- El puente del contador se instalará en dos armarios con la distribución que se muestra en el croquis superior

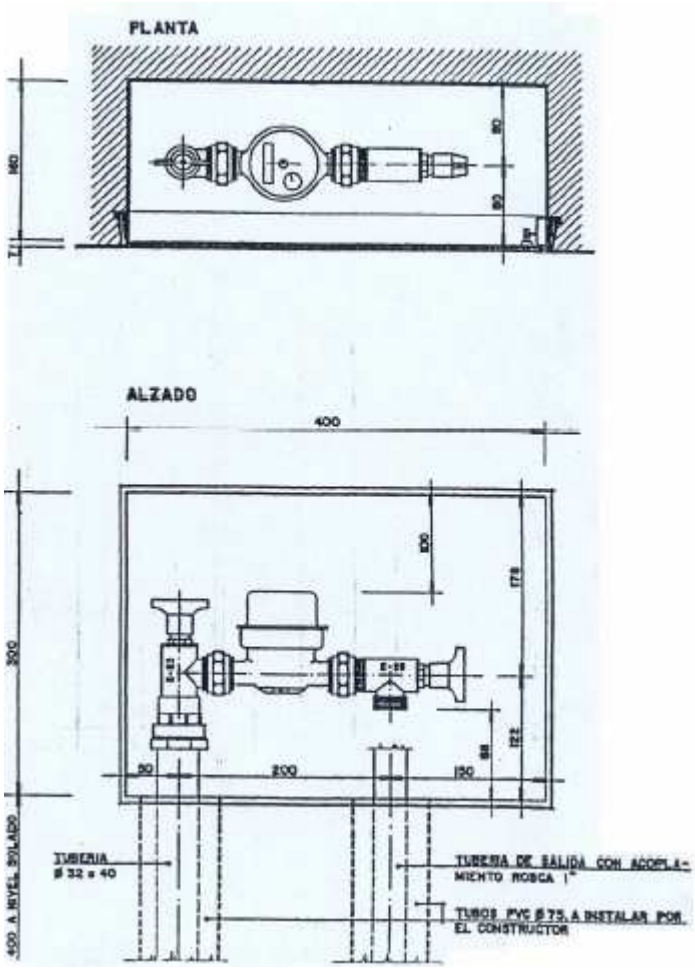


Gráfico 27: Detalle de registro de contador en pared (Contadores de 13 - 20 mm)

El citado conjunto sólo podrá ser manipulado por personal de la entidad suministradora. Se instalará un precinto en el contador con el fin de evitar la manipulación del sistema por personas ajenas al Servicio.

La instalación intradomiciliaria, con independencia de lo anteriormente descrito, deberá disponer dentro de sus límites de propiedad de una válvula de corte, así como una válvula de retención que completen la seguridad, para evitar que caudales particulares puedan retornar a la red pública en caso de interrupciones en el suministro o presiones en red inferiores a las de la vivienda, como es el caso de grupos hidropresores.

Si se trata de una acometida de obra se sustituirá la arqueta-puerta por un armario con puerta con cerradura normalizada.

Una vez montada la acometida, y antes de su tapado, se someterá la acometida a la presión de la red, comprobando que no existen pérdidas de agua.

El tapado se realizará utilizando tierra seca, exenta de áridos mayores de 4 cm., y se rellenarán cuidadosamente todos los huecos de la excavación, procurando que queden debidamente calzados todos los elementos de la tubería de donde se derivó, y de la acometida. Cuando la amplitud de la excavación lo permita, se compactará el terreno con medios mecánicos, procurando que esta compactación no repercuta sobre los elementos de la acometida.

Las baterías de contadores que se instalen deberán cumplir las normas UNE 19-900-94 y estar homologadas por el Ministerio de Industria.

9.3. DIMENSIONADO DE LAS ACOMETIDAS

En relación con el dimensionamiento de las acometidas cabe señalar que no existen más que una indicaciones muy generales al respecto en el Código Técnico de la Edificación. Por otra parte, la metodología presentada en las Normas Básicas para las Instalaciones Interiores de Suministro de Agua del año 1975, que clasifican los distintos tipos de viviendas en función de los aparatos instalados, se han quedado muy desfasadas y presentan carencias importantes, como el inadecuado planteamiento de la simultaneidad de consumos o la dificultad de combinar distintos tipos de consumos vinculados a una acometida única. Se presenta por dicho motivo una metodología alternativa, mucho más afinada a las condiciones reales de funcionamiento de las acometidas.

La acometida se dimensionará en función del caudal máximo instantáneo que precisen los aparatos instalados en el edificio a suministrar y denominado $Q_{acometida}$.

9.3.1. Acometidas para uso distinto a incendio

a) Cálculo del caudal a suministrar por la acometida $Q_{acometida}$

El caudal $Q_{acometida}$ surge como la suma de tres caudales distintos, adaptado cada uno de ellos a un patrón de consumo distinto. En resumen:

$$Q_{acometida}=Q_{zonas\ de\ consumo} + Q_{caudal\ continuo} + Q_{fluxores}$$

Estos caudales se calculan de la siguiente forma:

a.1 Cálculo de $Q_{zonas\ de\ consumo}$

Las zonas de consumo se definen como un conjunto de elementos hidráulicos con un origen común desde el que se suministran agua potable. Como ejemplos, podrían mencionarse una vivienda, un local comercial, una habitación de hotel o la cocina de un restaurante.

En la siguiente tabla se enumeran los caudales correspondientes a diversas zonas de consumo identificadas, denominados caudales reducidos (q_i).

ZONAS	**CAUDAL REDUCIDO**
VIVIENDAS	q i (l/s)
Vivienda tipo A (un sanitario)	0,354
Vivienda tipo B (un aseo)	0,450
Vivienda tipo C (un baño completo)	0,490
Vivienda tipo D (un baño y un aseo)	0,533
Vivienda tipo E (dos baños)	0,604
Vivienda tipo F (dos baños y aseo)	0,654
Vivienda tipo G (tres baños)	0,705
Vivienda tipo H (cuatro o más baños)	0,763
ASEOS Y ZONAS PRIVADAS EN PEQUEÑOS ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES	
Local comercial	0,250
HOTELES, RESIDENCIAS, BARES, HOSPITALES, CONVENTOS, CUARTELES, OFICINAS,...	

Habitación tipo A (un aseo)	0,250
Habitación tipo B (un baño completo)	0,375
Cocina tipo A (hasta 5 aparatos)	0,590
Cocina tipo B (media 10 aparatos)	0,950
Servicio de barra tipo A (hasta 5 aparatos)	0,435
Servicio de barra tipo B (media 10 aparatos)	0,700
Aseo público tipo A (hasta 8 aparatos)	0,505
Aseo público tipo B (entre 8 y 15 aparatos)	0,828
Aseo público tipo C (media 25 aparatos)	1,190
RIEGOS	
Hectárea de zona verde	0,600

Tabla 21: Caudales unitarios para distintos tipos de zonas de abastecimiento

En vista de que no todas las zonas de consumo demandarán agua simultáneamente se define un coeficiente de simultaneidad que reducirá la suma del caudal procedente de las diversas zonas de consumo. Con ello, la expresión de $Q_{\text{zonas de consumo}}$ queda de la siguiente forma para N zonas de consumo atendidas desde la misma acometida:

$$Q_{zonas\ de\ consumo} = \frac{19+N}{10(N+1)} \sum_{i=1}^{N} q_i$$

a.2 Cálculo de $Q_{caudal\ continuo}$

El $Q_{\text{caudal continuo}}$ se refiere a aquellos consumos que pueden producirse de forma sostenida durante el tiempo, como puede ser, de forma muy singular, el riego. Debe conocerse en el proyecto. En caso de que no se disponga de un valor convenientemente justificado, pueden utilizarse la tabla auxiliar siguiente:

TIPO DE CONSUMO	**CAUDAL INSTANTÁNEO (l/s)**
Boca de riego de 20 mm.	0,25
Boca de riego de 30 mm.	0,50
Aspersor tipo medio	0,15
Boca de incendio de 80 mm.	10
Boca de incendio de 100 mm.	20

Tabla 22: Caudales para consumos no domésticos

a.3 Cálculo de $Q_{fluxores}$

Este caudal se obtiene de la siguiente fórmula:

$$Q_{fluxores}=1{,}6 \times N \times K_f$$

Donde N es el número de fluxores atendidos y K_f el coeficiente de simultaneidad que se extrae de la siguiente tabla:

Número de fluxores	**Factor de simultaneidad**	
	Privado	Público
1	1,000	1,000
2	1,000	1,000
3	0,600	0,690

Número de fluxores	Factor de simultaneidad	
4	0,440	0,520
5	0,340	0,420
6	0,270	0,367
7	0,230	0,300
8	0,200	0,300
9	0,180	0,278
10	0,170	0,255
11	0,162	0,237
12	0,154	0,225
13	0,147	0,210
14	0,141	0,200
15	0,137	0,189
16	0,135	0,181
17	0,132	0,176
18	0,130	0,164
19	0,127	0,158
20	0,125	0,154
25	0,097	0,138
30	0,084	0,138
35	0,074	0,109
40	0,066	0,096
45	0,059	0,089
50	0,057	0,085

Tabla 23: Factor de simultaneidad en el caso de fluxores. Caudal de cada fluxor 1,6 l/s

b) *Acometidas en caso de existir depósito regulador*

En el caso en que el conjunto abastecido disponga de un depósito regulador se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Se segregarán todos los fluxores que computan dentro de $Q_{fluxores}$ y se incluirán en $Q_{zonas\ de\ consumo}$ con caudal reducido igual a 1,6 l/s y aplicando el factor de simultaneidad que figura en la Tabla 23, tratándose, en consecuencia como aparatos de caudal discontinuo.

- En todos los casos el caudal de cálculo obtenido se multiplicará por un factor corrector de 0,7 si existe grupo de elevación.

- Si no existe grupo de elevación el factor corrector será 0,9.

c) *Acometidas de riego*

Todas las acometidas de agua para riego estarán dotadas de su correspondiente contador digital de caudales.

d) *Diámetro de la acometida en función del caudal $Q_{acometida}$*

Conocido el caudal $Q_{acometida}$ que debe de suministrar la acometida, se dimensionará en función de los valores establecidos en la Tabla 24.

$Q_{acometida}$	DIÁMETRO DE LA ACOMETIDA

$Q_{acometida}$	DIÁMETRO DE LA ACOMETIDA
(l/s)	(mm)
0,4	20
0,7	25
1,2	30
2,5	40
6,0	65
12,0	80

Tabla 24: Relación caudal instantáneo máximo – diámetro de la acometida

Estos valores son aceptables para acometidas de hasta seis metros de longitud. Cuando la longitud de la acometida tenga que ser mayor de seis metros, se originará una mayor pérdida de carga, que deberá ser compensada con un mayor diámetro.

En la práctica, y al margen de que se realice un cálculo exacto aplicando las correspondientes fórmulas, se adoptará el criterio de que cuando la longitud de la acometida esté comprendida entre 6 y 15 metros, el diámetro que resulte de la tabla puede ser aumentado pasando al inmediato superior.

Para longitudes superiores a 15 m., deberá efectuarse el cálculo, así como aquellas acometidas de diámetro superior a 2".

Se procurará ajustarse a los diámetros relacionados en la tabla. Para necesidades superiores a las consideradas en este Reglamento, se hará el cálculo del diámetro que corresponda al caudal instantáneo máximo previsto, aplicando cualquiera de las fórmulas usuales en hidráulica y justificando convenientemente las pérdidas localizadas.

Cuando el suministro se efectúe a través de un depósito de modo que el abastecimiento vierta al mismo y el usuario disponga de medios propios de elevación, será preceptiva la instalación de un contador general que permita advertir de posibles pérdidas en el depósito o mecanismo de cierre.

Cuando la tubería de la red de distribución no tenga un diámetro interior igual por lo menos al doble del diámetro de la acometida, será aconsejable realizar la ampliación adecuada.

9.3.2. Acometida para protección contra incendio

La acometida contra incendios será independiente de cualquier otro consumo y su diámetro dependerá del tipo y número de bocas de incendio equipadas (BIE) a instalar, tendrá la capacidad suficiente para alimentar simultáneamente durante 20 minutos la mitad de las bocas de incendio equipadas, incluyendo la de la posición más desfavorable y para todos los casos con un mínimo de dos y un máximo de cuatro bocas.

En este caso el caudal $Q_{acometida}$ será idéntico al necesario para atender a la extinción del incendio, al no admitirse consumos simultáneos al de incendio2.. En resumen:

$$Q_{acometida} = Q_{incendio}$$

a) Bocas e hidrantes a instalar

Para el cálculo de las instalaciones contraincendio será preciso seguir el apartado DB-SI denominado “Seguridad en caso de incendio” del Código Técnico de la Edificación (Sección SI 4 *Detección, control y extinción del incendio*, punto 1 titulado *Dotación de instalaciones de protección contra incendios*) salvo en el caso de instalaciones industriales, que se regirán por el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Dentro del dicho punto 1 *Dotación de instalaciones de protección contra incendios* existe una tabla (tabla 1.1 *Dotación de instalaciones de protección contra incendios* en la página SI4-9) en la que se hace un repaso muy intenso acerca de los medios de extinción necesarios en función de los usos de la edificación. Se procede a extractar dicha información en la tabla siguiente (Tabla 25) extrayendo únicamente lo que compete al diseño de las correspondientes acometidas, obviando lo que corresponde a instalaciones interiores (p. ej. Columnas secas). En cualquier caso, los equipos instalados deben cumplir con el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

Uso previsto* del edificio o *establecimiento	**Condiciones**	
	Bocas de incendio	**Hidrantes exteriores en la vía pública a menos de 100 de la fachada accesible del edificio**
En general	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección SI1 del CTE, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas. **Los equipos serán de tipo 45 mm, excepto en edificios de *uso Residencial Vivienda*, en lo que serán de tipo 25 mm.**	Si la *altura de evacuación* descendente excede de 28 m o si la ascendente excede 6 m, así como en *establecimientos* de densidad de ocupación mayor que 1 persona cada 5 m^2 y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m². Al menos un hidrante hasta 10.000 m^2 de superficie construida y uno más por cada 10.000 m^2 adicionales o fracción.
Residencial Vivienda		Uno si la superficie total construida esté comprendida entre 5.000 y 10.000 m^2. Uno más por cada 10.000 m^2 adicionales o fracción.
Administrativo	Si la superficie construida excede de 2.000 m^2.	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m^2. Uno más por cada 10.000 m^2 adicionales o fracción.
Residencial Público	Si la superficie construida excede de 1.000 m^2 o el *establecimiento* está previsto para dar alojamiento a más de 50 personas.	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m^2. Uno más por cada 10 000 m^2 adicionales o fracción.
Hospitalario	En todo caso.	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m^2. Uno más por cada 10.000 m^2 adicionales o fracción.
Docente	Si la superficie construida excede de 2.000 m^2.	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m^2. Uno más por cada 10.000 m^2 adicionales o fracción.
Comercial	Si la superficie construida excede de 500 m^2.	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 1 000 y 10 000 m^2. Uno más por cada 10 000 m^2 adicionales o fracción.
Pública concurrencia	Si la superficie construida excede de 500 m^2.	En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m² y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m².
Aparcamiento	Si la superficie construida excede de 500 m^2. Se excluyen los *aparcamientos robotizados*.	Uno si la superficie construida está comprendida entre 1.000 y 10.000 m^2 y uno más cada 10.000 m^2 más o fracción.

Tabla 25: Instalación de bocas de incendio e hidrantes según CTE

b) *Diámetro de la acometida para protección contra incendio en función del caudal $Q_{acometida}$*

Se refleja en la siguiente tabla:

	BIE 25		**BIE 45**	
Nº de elementos	**Caudal (l/s)**	**Diámetro Acometida**	**Caudal (l/s)**	**Diámetro acometida**
		(mm)		(mm)
2 (*)	3,0	40	4,0	50
3	4,5	50	6,0	50
4 (**)	6,0	50	8,0	65

Tabla 26: Diámetro de la acometida para protección contra incendio

9.4. MATERIALES DE LAS ACOMETIDAS

9.4.1. Tubería

La tubería de las acometidas de diámetro nominal igual o menor a 63 mm. Serán de polietileno PE100 PN16. En ambos casos las tuberías irán timbradas para una presión mínima de 10 atm. La tubería de las acometidas de diámetros superiores será de fundición dúctil o polietileno de idéntico timbraja.

Los accesorios y enlaces de las acometidas de diámetro igual o inferior a 65 mm serán metálicos, en bronce o latón.

La unión de tuberías entre sí, o entre éstas y el resto de piezas intercaladas en la instalación de las acometidas domiciliarias, se realizarán:

- mediante accesorios metálicos de latón, bronce o fundición. El latón de estos fabricados corresponderá al grupo 2510 y el bronce al 3110 de aleaciones de cobre para moldeo, de acuerdo con lo especificado en las Normas UNE 37-101-75, UNE 37-102-84 y UNE 37-103-81. La fundición deberá ser nodular FGE 43-12 ó 50-7 de UNE 36-118.

- mediante uniones electrosoldables, observando rigurosamente lo que cada fabricante dicte sobre temperaturas y tiempos de calentamiento en función del diámetro y características del accesorio.

Todos los accesorios de enlace han de ser fácilmente desmontables para permitir cualquier reparación o maniobra sin necesidad de sustituir ni cortar parte del tubo, quedando libre una vez desmontada la unión, así como permitir la corrección de una posible fuga por la simple manipulación de aquellos, sin necesidad de sustituirlos, si la fuga se produce por falta de ajuste de sus elementos o de éstos con el tubo de polietileno.

Los accesorios cuya unión a la instalación en alguno de sus extremos sea roscada, las roscas serán conformes con las definidas en la Norma UNE 19-009, que concuerda con la DIN 259 y corresponde a la denominada rosca Withworth.

Asimismo, para que su utilización sea admisible deberá cumplir lo especificado en las Normas UNE 53-405-86 - Ensayos de estanqueidad a la presión interior, UNE 53-406-86 - Ensayos de estanqueidad a la depresión interior, UNE 53-408-88 - Ensayo de resistencia al arrancamiento entre tubería y enlace, UNE 53-407-86 - Ensayo de estanqueidad a la presión interior con tubos sometidos a curvatura, y el ensayo de desmontaje después de haber sido sometido el accesorio al ensayo de depresión interior.

9.4.2. Pasamuros

El tubo de alimentación al inmueble atravesará el muro de cerramiento del edificio por un orificio practicado por el propietario o abonado, de modo que el tubo quede suelto y le permita la libre dilatación, pero el orificio deberá quedar sellado, de modo que se asegure la imposibilidad de penetración del agua o humedades exteriores al interior del edificio.

El orificio de paso del muro de cerramiento será circular de 100 mm de diámetro para acometidas hasta f 40 mm, y de f 250 mm en acometidas de f 60 y 80 mm.

Esta impermeabilización será realizada por el propietario o abonado, montando un manguito pasamuros ajustado al diámetro de la tubería. La responsabilidad de los daños que se puedan originar por entrada de agua al edificio como consecuencia de deficiencias en esta impermeabilización, será del propietario o abonado.

9.4.3. Collarín de toma

a) Collarín de toma sin carga y en carga en tuberías de fundición

a.1 Descripción

Para las conexiones de servicio se emplearán cabezales de collarín, en el que el arco del cabezal permite que cada pieza se adapte a más de un diámetro exterior de tubería.

Las bandas de acero permiten una gran adaptabilidad a las irregularidades del tubo y permiten adaptarse a cualquier tipo de tubería.

a.2 Cabezales de collarín

Cuerpo y tapa de fundición dúctil recubierto con pintura epoxi y poliéster en polvo.

Junta del cuerpo y tóricas de goma de nitrilo. Junta del cuerpo de goma EPDM.

a.3 Bandas para collarín

Cada banda llevará un adhesivo que indica el DN y el diámetro exterior mínimo y máximo que abarca. La banda estará recubierta de caucho, para adaptarse a las irregularidades del tubo.

Banda de acero inoxidable resistente a la corrosión y a los ácidos, St 4301 según DIN 17006, espesor 1,5 mm y ancho 64 mm; o según norma AISI-304.

Espárragos de acero inoxidable Métrica M16, St 4305 según DIN 17006.

Tuercas de acero inoxidable Métrica M16, St 4401 según DIN 17006.

Junta de banda de goma EPDM, shore 72°.

b) Collarín de toma sin carga y en carga en tuberías de polietileno

En las tuberías de polietileno se emplearán collarines de toma de las siguientes características:

- Cuerpo de fundición dúctil GGG-40 con pintura epoxy-poliéster en polvo.
- Tornillos de acero inoxidable según norma DIN 933.
- Juntas tóricas de protección de goma EPDM.

c) Válvulas en escuadra

9.4.4. Válvulas para acometidas

Las válvulas de corte de la acometida deberán cumplir las siguientes especificaciones según el tipo seleccionado:

a) Válvula de compuerta

Se emplearán en conducciones de diámetro igual o superior a 75 mm. y serán del mismo tipo que las indicadas en el punto 7.3.1.b).

b) Válvula de esfera

Se utilizarán en acometidas de diámetro inferior a 75 mm, de las siguientes características:

- Cuerpo de latón niquelado
- Esfera de latón cromado
- Juntas y retenes P.T.F.E.
- Mando a través de cuadradillo

9.4.5. Válvulas para instalación de contadores

a) Válvula antes del contador

Se instalará una válvula previamente al contador de agua del tipo rosca/hembra La válvula será cromada con mando

mariposa, provista de manguitos con junta incorporada que permita instalar cualquier tipo de contador sin contrarrosca, ni soldadura.

b) *Grifo de comprobación*

El caudal de vertido a través de dicho grifo debe de ser, a criterio de la entidad suministradora, suficiente para permitir verificar la precisión del contador montando otro en paralelo.

c) *Válvula después del contador*

Se instalará válvula de bola de paso total con cuerpo de latón niquelado, esfera de latón cromado, juntas y retenes PTFE con mando mariposa. Llevará incorporada retención.

9.4.6. Contadores

Sus características ya han sido descritas en el texto principal del Reglamento.

10. INSTALACIONES INTERIORES

La configuración de las instalaciones interiores se encuentra definida con extensión en el documento HS 4 del Código Técnico de la Edificación denominado “Suministro de agua”, siendo además obligatorio su cumplimiento por ley.

La empresa suministradora podrá inspeccionar las instalaciones de los abonados, aunque el mantenimiento de las mismas corresponderá a estos últimos. Las modificaciones que se realicen en estas instalaciones serán comunicadas convenientemente a la entidad suministradora.

La entidad suministradora se hará responsable de la calidad del agua hasta el límite de propiedad privada (llave de registro cuando exista o límite de propiedad cuando no); no responsabilizándose en ningún caso de posibles anomalías sanitarias o de calidad del agua provocadas por un estado inadecuado o falta de mantenimiento de las instalaciones interiores.

Las características de los grupos de presión, así como las configuraciones permitidas de este tipo de equipos, ya han sido descritas en el texto principal del Reglamento.