

Tuberías de PVC-Orientado (PVC-O): Instrucciones de recepción, almacenamiento, manipulación, instalación y pruebas

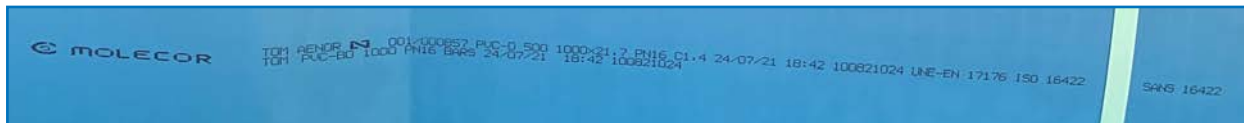
Indice

1. Recepción del material en obra	2
2. Descarga, almacenamiento y acopio	3
3. Manipulación de la tubería	4
4. Ejecución de la zanja	4
5. Ensamblaje de la tubería	9
6. Corte de la tubería	11
7. Piezas especiales, uniones con otros materiales y reparaciones	12
8. Anclajes	18
9. Curvatura de la tubería a temperatura de ambiente	20
10. Desviación angular permitida en copa	22
11. Pruebas hidrostáticas	23
12. Efectos de la temperatura	25
13. Conclusiones	26
14. Normativa y referencias bibliográficas	27
15. Asistencia técnica	28

1. Recepción del material en obra

En la recepción de las tuberías en la obra se debería comprobar su estado y aspecto, tanto exterior como interior, verificando así el estado previo a la instalación. Los principales puntos de inspección son:

- Comprobar que el **marcado de la tubería** se corresponde con el solicitado y se ajusta al timbraje exigido para cada zona de la red. Dicho marcado debe incluir:



	Marca N	Marca NF
Empresa fabricante y Marca comercial	MOLECOR TOM	MOLECOR TOM
Certificación de producto ⁽¹⁾	AENOR N 001/000857	72/01 NF
Material y Clase	PVC - O 500	PVC - BO
Diámetro, espesor y presión nominal	200 x 4,4 - PN 16	200 PN 16 BARS
Coefficiente de servicio C	C 1,4	-
Fecha - Hora - Lote	17/02/2019 02:55 59011	17/02/2019 02:55 59011
Norma de referencia	UNE-EN 17176 ISO 16422 SANS 16422	NF-T54-948

(1) En las referencias que se encuentren certificadas. Los certificados actualizados se pueden descargar en www.molecor.com

- Los chaflanes del extremo macho del tubo deben estar en buen estado.



- Las juntas deben estar correctamente instaladas en su alojamiento.



- No se debe apreciar ningún tipo de daño en ninguna parte de la tubería, debiendo prestar especial atención a las copas de las mismas.

2. Descarga, almacenamiento y acopio

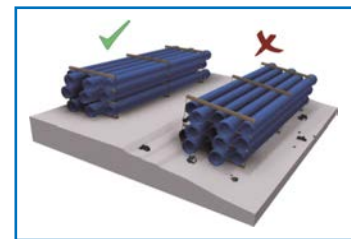
Para la descarga y acopio del material en obra se recomienda seguir las siguientes pautas:

- Para la descarga desde el camión deben usarse eslingas planas de tejido. Por el contrario, no deben emplearse dispositivos formados por cables o ganchos sin revestir. La descarga debe hacerse de tal forma que las tuberías no sufran rozaduras, es decir, evitando que rueden sobre superficie irregulares y depositándolas sin brusquedades.



- Las tuberías deben ser acopiadas horizontalmente en una zona plana sobre apoyos colocados cada 1,5 metros, evitando así posibles flexiones inadecuadas.

- Es imprescindible evitar que las tuberías se erosionen con el suelo, en especial si estos son de piedra, hormigón o asfalto.



- Deben respetarse las alturas recomendadas en cada caso (aprox 1,5 metros de altura) que eviten dañar las tuberías de la parte inferior, así como posibles siniestros por deslizamientos causados por vientos u otros fenómenos.



- Las copas deben quedar libres, intercalando copas y cabos.

- Deberá mantenerse una distancia mínima entre pallets que garantice una correcta ventilación.

- En caso de exposición prolongada al sol, proteger las tuberías con un material opaco y con ventilación para evitar el sobrecalentamiento. Colores claros del material protector, que reflejen la radiación solar son preferibles porque evitan el sobrecalentamiento de las tuberías.

- Evitar tapados con lonas negras sin ventilación, fuentes de calor que actúen próximas y de forma permanente a las tuberías, y el contacto con materiales metálicos que puedan transmitir un exceso de temperatura a las tuberías a través de su propia conductividad.



3. Manipulación de la tubería

Una de las principales cualidades de la tubería en cuanto a la instalación se refiere, es su poco peso. El peso puede acabar siendo un problema ya que puede dificultar la manipulación, complicando, consecuentemente, el proceso de instalación.

En ningún caso se debe arrastrar la tubería, pues ello podría provocar la pérdida de material de la tubería, afectando consecuentemente a sus propiedades mecánicas.



Maneras correctas de manipular y transportar las tuberías

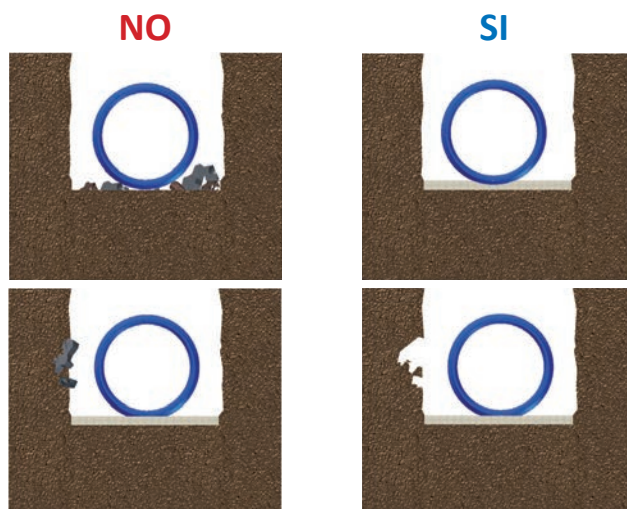


4. Ejecución de la zanja

El fondo de la zanja debe ser estable, regular y debe estar libre de piedras en todo el relleno principal. La tubería se deberá apoyar en material granular. El tamaño de este material granular dependerá de la altura del nivel freático en la zanja. En aquellas obras cuya instalación esté condicionada por el nivel freático, se deberá usar grava libre de finos granulometría de 6/12 mm o similar, según el diámetro de la tubería a instalar.



En algunos casos puede ser recomendable incluso el uso de geotextiles y tuberías de drenaje en la base de la zanja.



Las anchuras mínimas de zanja se establecerán en función del diámetro nominal y la profundidad de la misma:

DN (mm)	Anchura mínima de zanja, B (m)	DN (mm)	Anchura mínima de zanja, B (m)	Profundidad de zanja, H (m)	Anchura mínima de zanja, B (m)
90-250	0,60	710	1,60	H < 1,00	0,60
315	0,85	800	1,65	1,00 < H < 1,75	0,80
355	1,10	900	1,75	1,75 < H < 4,00	0,90
400	1,10	1000	1,85	H > 4,00	1,00
450	1,15	1100	1,95		
500	1,20	1200	2,05		
630	1,35				

Como regla general, cuando no exista tráfico, la generatriz superior de la tubería estará a una profundidad mínima de 0,6 metros, ampliándose en el caso de tráfico rodado a una profundidad mínima de 1 metro. En este caso, requerirá verificación mediante el cálculo mecánico correspondiente según la hipótesis más desfavorable prevista para su uso. En cualquier caso, la profundidad de instalación de la tubería se debe estudiar para cada caso particular, teniendo en cuenta las condiciones de enterramiento de la misma y las cargas exteriores.

Además, las tuberías deben estar protegidas de los efectos del tráfico y de la temperatura exterior. Los principios a tener en cuenta a la hora de ejecutar una zanja en la que serán instaladas dos tuberías son exactamente los mismos que en la que será instalada sólo una.

- Factores geométricos de la zanja
- Tipo de apoyo de la tubería en la zanja (ángulo de apoyo)
- Tipo de terreno o material de apoyo y de relleno
- Grado de compactación del material de apoyo y de relleno



La diferencia más importante es la inexistencia de terreno natural de apoyo en los laterales interiores de las tuberías en la zanja. Por este motivo, deberemos rellenar y compactar ese relleno de forma que ese material simule perfectamente el comportamiento del terreno natural, sirviendo, a su vez, de apoyo de absorción para los empujes laterales de las tuberías. De esta manera se evita una deformación intolerable.

Se recomienda el uso de un material granular auto-compactante (arena, gravilla...) si no fuera posible una compactación mecánica exigente entre las tuberías instaladas.

Para poder compactar el material de relleno entre las tuberías sin correr riesgos de dañarlas, deberá haber suficiente espacio para albergar la máquina compactadora. La norma **UNE 53331 IN** recomienda 150 mm más que el ancho de la pieza más ancha de la máquina compactadora. Por otro lado, la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del CEDEX recomienda 70 cm.

Recomendamos dejar distancia suficiente entre las tuberías, un mínimo de 0,4 m, para una perfecta compactación del material de asentamiento y relleno lateral.

Se recomienda verificar cualquier instalación mediante el correspondiente cálculo mecánico en base a los datos geotécnicos de los que se disponga, con el fin de garantizar la viabilidad de la instalación.

Para la correcta instalación de la **Tubería TOM® de Molecor** se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Antes de la colocación de la tubería, preparar un lecho o cama de arena (u otro material granular fino) bien alineada y nivelada, con un espesor de 10 a 15 cm. En los casos en los que haya un exceso de agua en la zanja debido al nivel freático, se deberá agotar la misma mediante el uso de bombas de achique.
2. Apoyar la tubería sobre dicha cama de material granular. Comprobar que toda la generatriz inferior de la tubería está apoyada sobre la cama, intentando que penetre lo máximo en ella para lograr que el ángulo del material que soporta los riñones de la tubería sea lo mayor posible.
3. Preparar convenientemente el lecho de la zanja para el correcto ensamblaje de la tubería sin que haya arrastres de material que pueden causar problemas en la unión.
4. Una vez apoyada la tubería, se ha de rellenar los laterales con el material seleccionado y compactar hasta conseguir una densidad del material mayor del 95% Proctor Normal.





5. Si la naturaleza del terreno no asegura la suficiente estabilidad de la tubería, debe procederse a su mejora, bien por compactación, por sustitución por otro material más adecuado o por cimentaciones singulares. Insistimos en la necesidad de justificar la decisión mediante el correspondiente cálculo mecánico de la tubería y sus condiciones de contorno.
6. Continuar rellenando con el material seleccionado y compactando lateralmente hasta llegar a una altura de al menos 30 cm sobre la generatriz superior de la tubería. Para esta compactación, usar pisones vibradores mecánicos ligeros (peso máximo en funcionamiento de 0,30 kN), o placas vibratorias ligeras (peso máximo en régimen de funcionamiento de 1 kN) y con la profundidad de compactación adecuada.

Las propiedades estructurales del material de relleno de la zona de la tubería dependen principalmente del tipo de material y del grado de compactación obtenido. El grado de compactación puede variar empleando diferentes tipos de equipos y variando el número de capas.

La siguiente tabla indica, según la **norma UNE-ENV 1046**, los espesores de capa máximos recomendados y el número de pasos requeridos para obtener las clases de compactación para los diferentes tipos de equipos y materiales de relleno de la zona de la tubería. También incluye los espesores de cobertura mínimos recomendados, requeridos por encima de la tubería antes de poder utilizar los equipos de compactación correspondientes.

Equipo	Nº de pasos para la clase de compactación		Espesor máximo de capa en metros después de compactación para clase de suelo (Veáse Anexo A)				Espesor mínimo por encima de la parte superior del tubo, antes de la compactación
	Buena	Moderada	1	2	3	4	
Apisonado a mano o a pie: Mín 15 kg	3	1	0,15	0,10	0,10	0,10	0,20
Apisonado por vibración: mín 70 kg	3	1	0,30	0,25	0,20	0,15	0,30
Placa vibrante:							
Mín 50 kg	4	1	0,10				0,15
Mín 100 kg	4	1	0,15	0,10			0,15
Mín 200 kg	4	1	0,20	0,15	0,10		0,20
Mín 400 kg	4	1	0,30	0,25	0,15	0,10	0,30
Mín 600 kg	4	1	0,40	0,30	0,20	0,15	0,50
Rodillo vibrador:							
Mín 15 kN/m	6	2	0,35	0,25	0,20		0,60
Mín 30 kN/m	6	2	0,60	0,50	0,30		1,20
Mín 45 kN/m	6	2	1,00	0,75	0,40		1,80
Mín 65 kN/m	6	2	1,50	1,10	0,60		2,40
Doble rodillo vibrador:							
Mín 5 kN/m	6	2	0,15	0,10			0,20
Mín 10 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,15		0,45
Mín 20 kN/m	6	2	0,35	0,30	0,20		0,60
Mín 30 kN/m	6	2	0,50	0,40	0,30		0,85
Triple rodillo pesado: (Sin vibración) Mín 50 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,20		1



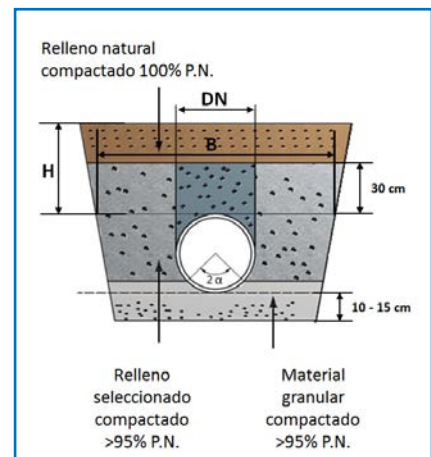
7. Las operaciones 4 y 6 se pueden realizar con el material natural procedente de la excavación siempre y cuando:
- a) El material no contenga piedras con un % elevado de aristas, según análisis granulométrico.
 - b) El material no contenga partículas superiores a los límites definidos en la tabla adjunta y siempre y cuando su contenido no sea mayoritariamente en el material de relleno.

Tamaño máximo de partícula

Diámetro nominal DN	Dimensión máxima mm
DN <100	15
100 ≤ DN <300	20
300 ≤ DN <600	30
600 ≤ DN	40

Si existen normativas específicas respecto al relleno de la zanja u otras directrices de la Dirección de Obra, su aplicación tendrá prioridad frente a las recomendaciones anteriores. Si existiesen situaciones singulares, deberán ser estudiadas de forma particular.

La zanja a ejecutar se tendrá que adaptar a cada una de las circunstancias que se encuentren a lo largo del trazado de la ejecución de la red: cruce de caminos, cauces hidráulicos, carreteras, gaseoductos, etc.



8. A partir de 30 cm sobre la generatriz superior del tubo, se puede rellenar con material natural no seleccionado y compactar directamente sobre toda la superficie de la zanja.



Durante las operaciones de instalación, y dependiendo de las instrucciones dadas por la Dirección de Obra, se tomarán cuantas medidas fueran necesarias para evitar la flotación de la tubería.

5. Ensamblaje de la tubería

La instalación de las conducciones debería iniciarse en el extremo de aguas más bajo de cada sección, colocando preferentemente las tuberías con las copas hacia aguas arriba, aunque el sentido de la instalación o el conexionado es independiente de la dirección del flujo del agua. En el caso de que la zanja tenga agua debido a un elevado nivel freático, se recomienda la instalación de la misma en pendiente ascendente.

Para la correcta instalación y ensamblaje se deben seguir los siguientes pasos:

1. Retirar los tapones de protección en el caso de que hayan sido suministrados.
2. Verificar que la tubería está limpia y en correcto estado, prestando atención tanto a las copas como a los cabos.
3. Revisar que el bisel esté en perfecto estado y libre de imperfecciones o rozaduras.
4. Comprobar que la junta está bien colocada, limpia y exenta de elementos extraños (piedras, arena, etc.).

5. Lubricar el bisel del cabo y la junta de la copa mediante lubricante para juntas. En caso de redes de agua potable, el lubricante utilizado será apto sanitariamente. No se utilizarán grasas ni aceites minerales.

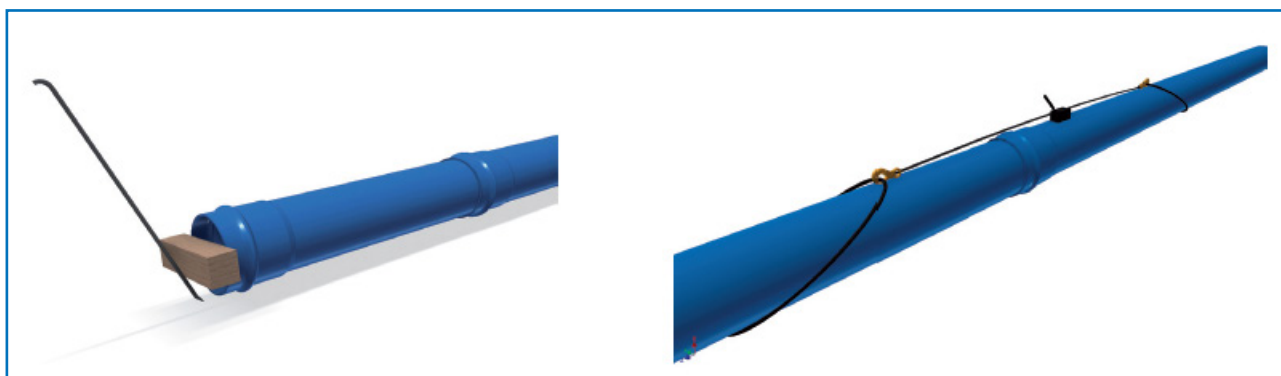


6. Alinear la tubería lo máximo posible, tanto en el plano horizontal como en el vertical.

7. Introducir solamente el canto del bisel en la copa de tal forma que soporte el tubo, pero dejando el resto de copa libre.



8. Dar un empujón firme y seco desde el otro extremo del tubo en el caso de tuberías con diámetro nominal ≤ 250 mm, para aprovechar la inercia producida por el desplazamiento e introducir el cabo hasta que la marca tope de enchufe quede escondida dentro de la copa.





9. Cuando se trate de grandes diámetros >250mm, será necesaria la ayuda de medios mecánicos para la introducción de la tubería, utilizando materiales como la madera, tráctel o eslingas.



En la siguiente tabla se muestra el rendimiento aproximado de 1Kg de lubricante y el número de uniones por diámetro:

DN (mm)	90	110	125	140	160	200	225	250	315	355	400	450	500	630	710	800	900	1000	1100	1200
Uniones	87	76	65	54	46	34	32	30	25	21	17	16	14	12	11	9	8	7	7	6

10. Cuando se instale la tubería en una camisa de otro material, se aconseja fijar la tubería a la camisa mediante elementos separadores que la protejan de posibles rozaduras y que la fijen, evitando movimiento (“culebreo”) consecuente de los distintos esfuerzos soportados.



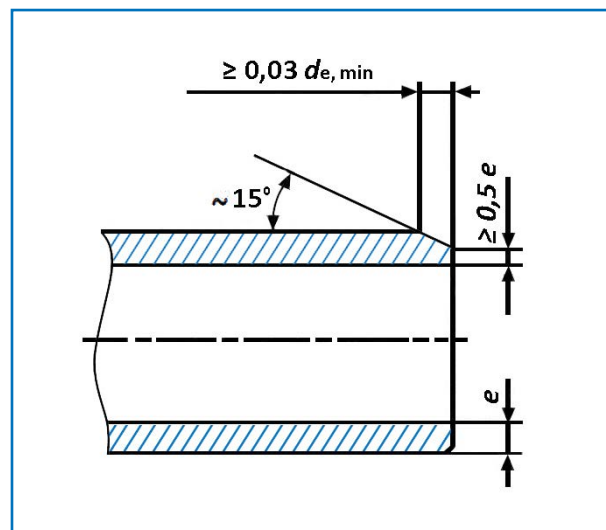
6. Corte de la tubería

Las tuberías se pueden cortar transversalmente utilizando una radial o una sierra de plásticos. El corte debe ser perpendicular a la tubería por lo que se aconseja marcar previamente la línea de corte.

Los cabos machos resultantes del corte deben ser biselados para poder introducirlos en una copa-enchufe de otra tubería o accesorio. El bisel se puede realizar con una radial y repasar posteriormente con una lima. El bisel debe ser de 15° aproximadamente.



Para realizar estas operaciones se recomienda el uso de mascarilla para evitar la inhalación del polvo producido, así como las protecciones y medidas de seguridad necesarias para las máquinas de corte.



Las tuberías biseladas en obra, al presentar una geometría menos precisa que las realizadas en fábrica, pueden requerir unos esfuerzos de introducción superiores, pudiendo requerir, incluso, medios mecánicos simples para la introducción en las copas-enchufe.

7. Piezas especiales, uniones con otros materiales y reparaciones

Las piezas especiales de unión serán metálicas y deberán estar adaptadas a las exigencias y singularidades del trazado y la instalación.

En este grupo de piezas incluimos los codos de distintos ángulos, las T de derivación, las reducciones, los tapones para los finales de línea y las uniones universales.

- Piezas especiales enchufadas con junta elástica



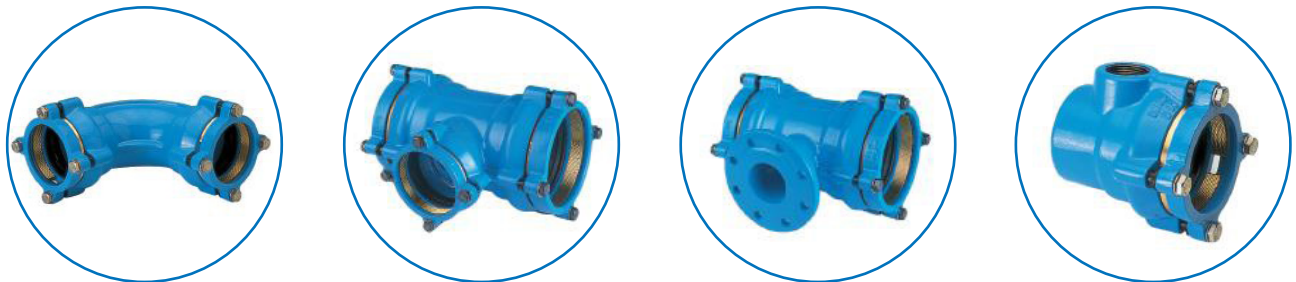
- Adaptadores brida



• Piezas especiales embridadas



• Accesorios autoblocantes



• Collarines



- Piezas especiales de acero para diámetros grandes



Para la elección de accesorios para tuberías TOM® se debe tener en cuenta:

- Utilizar accesorios que cumplan los requerimientos de la norma **UNE-EN 12842** “Accesorios de fundición dúctil para sistemas de tuberías de PVC-U o PE. Requisitos y métodos de ensayo” y **UNE-EN 545** “Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo”.
- Utilizar accesorios homologados.
- Realizar una correcta instalación de los accesorios siguiendo las instrucciones de montaje de los fabricantes.

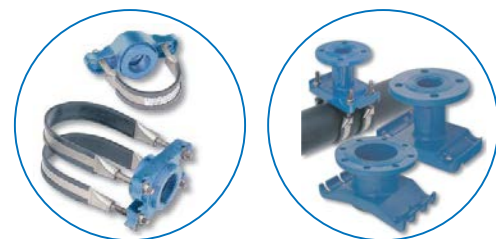
No hay que forzar las uniones para no transmitir mayores tensiones al conjunto. La pieza especial se colocará siempre de forma perpendicular al eje de la tubería. Las bridas y demás elementos unidos por tornillería se apretarán de forma alternativa y opuesta.

Se recomienda la utilización de collarines de toma de cuerpo entero o con tope de apriete ya que su buena instalación no depende del exceso de fuerza del operador que lo está instalando. Gracias al tope mecánico, no se permite más forzar apriete en los tornillos.



Además, no se produce deformación de la tubería ya que, debido a los componentes en forma de semi-luna con las dimensiones del tubo, se produce una compresión circunferencial en todo el tubo y éste mantiene su forma circular.

No se recomienda la utilización de collarines con cinchas o sin tope de apriete (ver fotos a la derecha) en diámetros inferiores a DN250, ya que los espesores de la pared de la tubería son inferiores y un exceso de fuerza por parte del operario podría producir deformaciones, que, a su vez, podrían provocar fugas por falta de estanqueidad con el accesorio.





Existen distintos elementos en el mercado para acometer **las reparaciones** necesarias durante el periodo de explotación de las obras. Aquí recomendamos algunos, en función del tipo de avería o de incidencia que tengamos que solventar (“Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión - Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX”).

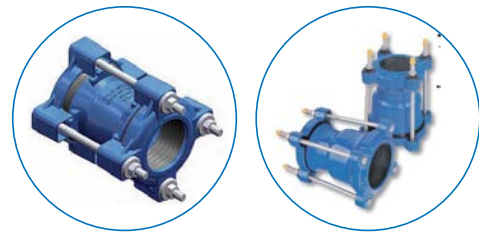
Las **uniones Gibault** son adecuadas para emplear en uniones o reparaciones sin angulación.

Para su correcta instalación se deberá:

- Biselar los extremos de las tuberías.
- Medir y marcar los extremos a introducir, con el fin de repartir los cabos de ambos bordes, ocupando una superficie similar dentro del accesorio sin llegar a tocarse (mantener 2 cm libres). Esto posibilitará movimientos de dilatación natural causados por los cambios térmicos del agua a lo largo del año.



En el caso de que se requiera realizar una reparación con angulación, se utilizarán accesorios que admiten radios de curvatura de 3° en la unión.



Otros accesorios multi-diámetro son aplicables en **tuberías TOM®** siempre que el fabricante del mismo especifique su compatibilidad con **tuberías de PVC-O**.

Cualquier duda sobre el tipo de accesorio a instalar o sobre ensayos de conformidad, contacten con Molecor para confirmar su compatibilidad y garantizar su uso con las tuberías TOM®.



En la instalación de accesorios a compresión debe tenerse en cuenta que las tuberías plásticas son materiales flexibles y su compatibilidad con accesorios de este tipo, como pueden ser los manguitos de reparación tipo árpól o similar, es correcta si se realiza un montaje correcto. El montaje debe realizarse con llave dinamométrica, ajustando el par de apriete según la información que figura en cada pieza o en la documentación técnica del fabricante.



¿Cómo unir dos tuberías con bridas?

Es la forma más común de unir tuberías de distinto material así como una de las formas de unir las tuberías de PVC-O con los distintos elementos mecánicos que componen una red hidráulica (válvulas, derivaciones a ventosas, piezas especiales...).



Aunque a simple vista no parezca un proceso complejo, de forma previa a la ejecución de la unión, se deben tener en cuenta una serie de aspectos para que la unión embridada funcione correctamente.

- **La sección de la tubería.** Es el tramo de la misma en donde haremos la unión con el accesorio externo a través de la brida. Gracias a esto podremos calcular con precisión el número adecuado de tornillería.
- **La presión del fluido que circulará por la tubería.** De esto dependerá el número de tornillos que instalemos y el espesor de la brida para que ésta pueda resistir los esfuerzos que ejercen los propios tornillos, los cuales, por otra parte, deben tener la métrica y longitud adecuadas.
- **Llaves de control de presión o de carraca.** Estas herramientas son adecuadas cuando procedemos al apretado de los tornillos, pues un exceso en la presión de las tuercas podría colapsar la tubería y generar fisuras en la brida.

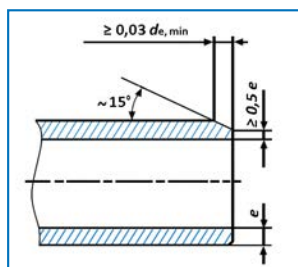
Procedimiento

1. Cortar transversalmente la tubería (asegurarse de que el corte es perpendicular a la tubería, marcando previamente el corte a realizar).

Marca de corte

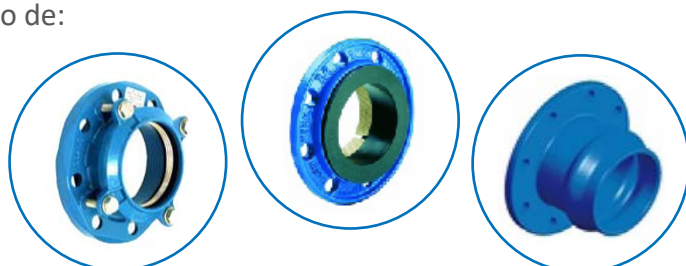


2. Con la misma radial o sierra, hacer el bisel a los extremos “machos” con una inclinación de 15° y una longitud de 0,03 x Diámetro exterior (ver dibujo). Si no se hicieran los biseles, los esfuerzos para introducir los extremos machos en el accesorio de reparación serían mucho más grandes.



3. Elegir el accesorio adecuado, dependiendo de:

- Material de las tuberías a unir
- Requerimientos hidráulicos
- Angulación entre las tuberías
- Calidad del terreno
- ...





4. La elección de la tornillería, la cual se elige en función de los esfuerzos y la agresividad del terreno que va cubrir esta unión, es tan importante como lo es la elección de un accesorio adecuado. La clasificación de los tornillos según su calidad viene especificada normalmente por la norma UNE-EN ISO 898-1, y establece las siguientes calidades: 4.6, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 10.9 y 12.9.

El **primer número** multiplicado por 100 representa la resistencia del tornillo a rotura en Newtons por milímetro cuadrado.

La resistencia que marca el primer número es aquella que una vez superada, el tornillo se parte. por este motivo, no es inteligente seleccionar un tornillo según esta capacidad, sino en función de su **límite elástico**.



El **segundo número** quiere decir qué porcentaje del límite de rotura es el límite elástico.

- Un **tornillo 6.8** tiene una resistencia o límite de rotura de 6×100 , 600 N/mm^2
- El **.8** nos dice que el 80% del límite de rotura es el límite elástico. Así pues, el límite elástico de este tornillo sería $600 \times 0.8 = 480 \text{ N/mm}^2$

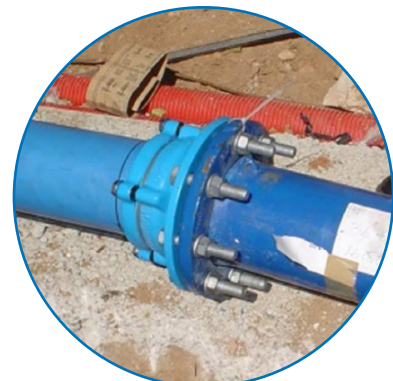
5. Seguir las instrucciones del fabricante del accesorio para su instalación, dependiendo del material de las tuberías que pretendemos unir. Respetar siempre los pares de apriete definidos por el fabricante usando una llave dinamométrica para apretar la tornillería de las bridas.



Esta unión no debe transmitir tensiones (sobre todo tracciones) a las tuberías instaladas aguas arriba y aguas debajo de la unión, sobre todo cuando se use algún material susceptible de sufrir dilataciones debidas a los cambios de temperatura (polietileno). Para ello, debemos respetar la longitudes de inserción en el accesorio y los pares de apriete de la tornillería definidos en las instrucciones de instalación del fabricante del accesorio.

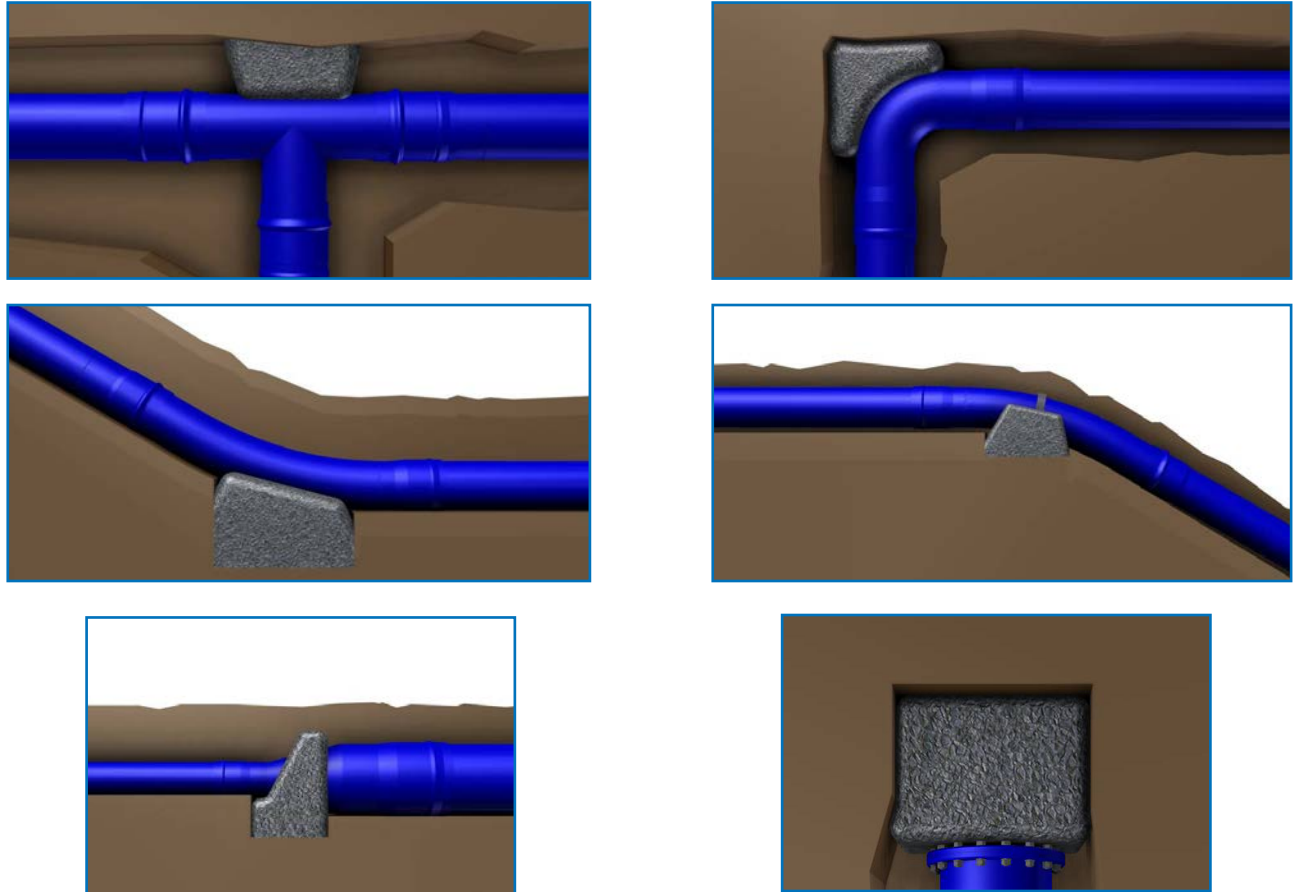


Existen compañías gestoras de aguas, que en el caso de transición de cualquier material con polietileno, han adoptado el criterio de instalación de un carrete de fundición intermedio anclado con el correspondiente macizo de hormigón, para aislar al otro material de las tracciones originadas por la dilatación de éste.



8. Anclajes

Debido a los empujes provocados por la presión interior, todas las piezas especiales deberán ir convenientemente ancladas para impedir su desplazamiento. Se procurará que las uniones no estén embutidas en el hormigón del anclaje para una mejor comprobación de una correcta instalación.



En instalaciones de fuertes pendientes se realizarán anclajes transversales para impedir el deslizamiento de la conducción.

La forma y el tamaño del macizo de hormigón dependerán del elemento a anclar, de la presión interior, de la resistencia del terreno sobre el que se apoyará el macizo y del resto de posibles solicitaciones.

Estos anclajes deberán ser dimensionados teniendo en cuenta el caso más desfavorable en cuanto a presión interior se refiere, siendo conscientes de que la STP (presión de prueba) puede ser mayor que el propio timbraje de la tubería.

Antes de proceder a una prueba de presión, todos los anclajes deberán haber obtenido la resistencia adecuada.

Las válvulas de corte, ya sean de mariposa o compuerta, también deberán estar ancladas para soportar el máximo esfuerzo posible en el caso más desfavorable durante la explotación de la instalación.

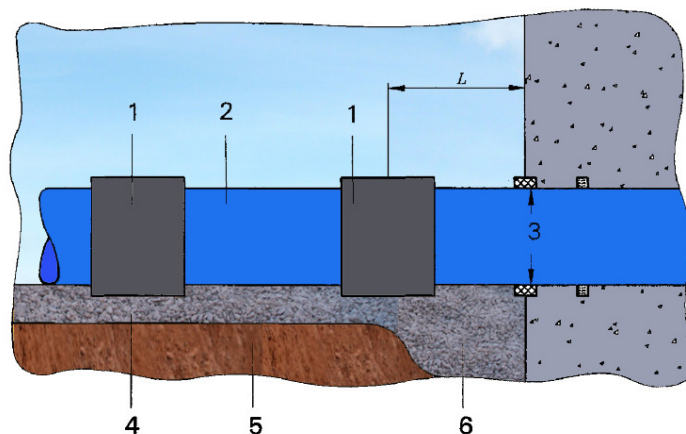


Cuando la tubería entre o salga de una estructura, tal como un edificio, boca de entrada o anclaje, tienen que preverse medios para un asentamiento diferencial tolerable. Para ello, y sobre todo en los diámetros más grandes, se recomienda la instalación de un carrete de tubo “biela” de 2 m le longitud (nº 2 en la imagen inferior) , conforme a la Norma UNE ENV-1046:2001.

La primera unión flexible debe estar a la mayor de las distancias entre los valores siguientes:

- L de 400 mm
- 0,5 x de

- Leyenda:
1. Unión flexible
 2. Tramo de tubería:
 - máx 2 metros
 - mín 1 metro
 3. Goma o asfalto
 4. Cama de apoyo de la tubería
 5. Suelo natural
 6. Material bien compactado



9. Curvatura de la tubería a temperatura de ambiente (23°C)

Las tuberías se podrán curvar en zanja (temperatura ambiente aproximada de 23°C) hasta los límites determinados en la siguiente tabla. Estas curvaturas deberán hacerse siempre en frío (sin calentar ninguna parte de la tubería o de la copa) mediante esfuerzos manuales (se podrán utilizar elementos simples de ayuda en caso de los tubos de DN>250 mm), sin dañar la geometría de los enchufes.

Ø= Diámetro exterior, OD

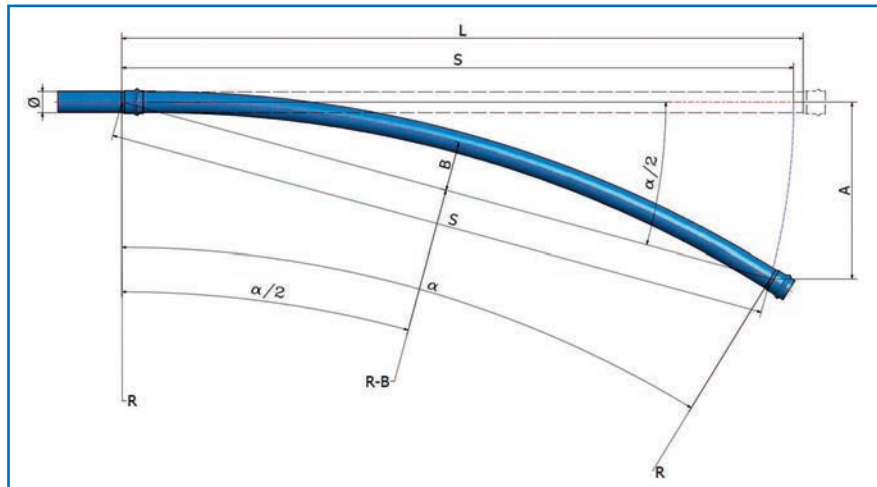
- $R = 200 \text{ } \varnothing$

$$\alpha^{\circ} = \frac{180 L}{\pi R}$$

- $S = 2R \times \text{sen} \frac{\alpha^{\circ}}{2}$

- $A = S \times \text{sen} \frac{\alpha^{\circ}}{2}$

- $B = R - R \times \text{cos} \frac{\alpha^{\circ}}{2}$



Las tuberías pueden ser sometidas a mayores curvaturas con esfuerzos altos, pero no se recomienda superar estos límites para no comprometer los coeficientes de seguridad de cálculo de la tubería.

		Curvatura del tubo			Desviación angular de la copa	Curvatura + desviación angular (ángulo total)		
DN	L	R	α'/2	A'	ángulo	R'	α'/2	A'
mm	m	m	grados	m	grados	m	grados	m
90	5,78	18	9,2	0,92	2	15	11,2	1,12
110	5,78	22	7,5	0,75	2	17	9,5	0,95
125	5,77	25	6,6	0,66	2	19	8,6	0,86
140	5,76	28	5,9	0,59	2	21	7,9	0,79
160	5,75	32	5,1	0,52	2	23	7,1	0,71
200	5,73	40	4,1	0,41	2	27	6,1	0,61
225	5,7	45	3,6	0,36	2	29	5,6	0,56
250	5,68	50	3,3	0,32	2	31	5,3	0,52
315	5,63	63	2,6	0,25	2	35	4,6	0,45
355	5,61	71	2,3	0,22	2	38	4,3	0,42
400	5,58	80	2	0,19	2	40	4	0,39
450	5,56	90	1,8	0,17	2	42	3,8	0,37
500	5,58	100	1,6	0,16	2	44	3,6	0,35
630	5,53	126	1,3	0,12	2	49	3,3	0,31
710	5,45	142	1,1	0,1	2	50	3,1	0,29
800	5,42	160	1	0,09	2	52	3	0,28
900	5,39	180	0,9	0,08	2	54	2,9	0,27
1000	5,39	200	0,8	0,07	2	56	2,8	0,26
1100	5,36	220	0,7	0,07	2	57	2,7	0,25
1200	5,33	240	0,6	0,06	2	58	2,6	0,24



10. Desviación angular permitida en la copa

Además de la curvatura de la tubería, está permitida una desviación angular en la unión entre las mismas. Por lo tanto, en el trazado de las tuberías se pueden sumar ambos efectos.

Es importante que al realizar la curvatura de la tubería no se superen los valores establecidos de desviación angular en la copa-enchufe.



DN	Desviación angular máxima	Desplazamiento entre copas
mm	ángulo (°)	D (mm) ⁽¹⁾
90 - 1200	2°	200

⁽¹⁾ Tubos de 5,95 metros de longitud total

Las uniones de la tubería pueden ser sometidas a mayores desviaciones angulares si son expuestas a esfuerzos altos. No se recomiendan superar esos límites para no comprometer los coeficientes de seguridad de dichas uniones sometidas a presión.

10.1. Contra esfuerzos producidos por la curvatura de la tubería

La tubería sometida a un curvado viene a comportarse como una curva de ángulo reducido, ello significa que se producen unas contrapresiones sobre el terreno. En condiciones normales, estas contrapresiones pueden ser soportadas por el terreno suficientemente compactado. En el caso de curvaturas excesivas, habría que apoyar con anclajes.

DN	Esfuerzos en el tubo curvado ($\alpha/2$) ⁽²⁾					
	Bar					
mm	1	5	10	15	20	25
	kN	kN	kN	kN	kN	kN
90	0,10	0,51	1,02	1,53	2,04	2,55
110	0,12	0,62	1,25	1,87	2,49	3,12
125	0,14	0,71	1,42	2,12	2,83	3,54
140	0,16	0,79	1,58	2,37	3,17	3,96
160	0,18	0,90	1,81	2,71	3,61	4,51
200	0,22	1,12	2,25	3,37	4,50	5,62
225	0,25	1,26	2,52	3,78	5,04	6,29
250	0,28	1,39	2,79	4,18	5,58	6,97
315	0,35	1,74	3,48	5,22	6,96	8,70
355	0,39	1,96	3,91	5,87	7,82	9,78
400	0,44	2,19	4,38	6,57	8,76	10,96
450	0,49	2,46	4,91	7,37	9,82	12,28
500	0,55	2,74	5,48	8,22	10,96	13,69
630	0,68	3,42	6,84	10,26	13,68	17,10
710	0,76	3,80	7,60	11,40	15,20	18,99
800	0,85	4,26	8,51	12,77	17,03	21,28
900	0,95	4,76	9,52	14,29	19,05	23,81
1000	1,06	5,29	10,57	15,86	21,15	26,43
1100	1,16	5,79	11,58	17,37	23,15	28,94
1200	1,25	6,27	12,55	18,82	25,09	31,37

(2) Esfuerzos en cada tubería de 5,95 metros.



11. Pruebas hidrostáticas

Las recomendaciones de Molecor al respecto están basadas en la Norma UNE-EN 805:2000 y en la propia experiencia del equipo técnico. Para ampliar extensamente la información incluida en este apartado se deberá consultar el documento técnico específico del que dispone Molecor.

El procedimiento de prueba completo debería incluir:

- Una fase de prueba preliminar
- Una fase de prueba purga
- Una fase de prueba principal

Nos centraremos en la fase prueba principal y, sobre todo, en las recomendaciones en cuanto a la determinación de la presión de prueba y su duración.

En la fase de prueba principal se admiten dos métodos de prueba básicos:

- A - Método de prueba de caída o pérdida de presión
- B - Método de prueba de pérdida de agua

A - Método de prueba de caída o pérdida de presión

La presión de prueba (STP) se calcula a partir de MDP (presión máxima de diseño), de forma que, dependiendo de que el golpe de ariete se haya calculado en detalle, o únicamente se haya estimado, el valor de STP será (todos los valores en N/mm²):

- Conociendo el golpe de ariete, la fórmula que debe aplicarse es:

$$STP = MDPc + 1 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde:

- STP: presión de prueba de la red
- MDP: presión máxima de diseño

Para una tubería **PN16** la presión máxima de prueba sería de **17 atm**.

Para una conducción de **PN25** la presión máxima de prueba sería de **26 atm**.

- En los casos en los que el golpe de ariete no esté calculado se deberá considerar el “menor” de los dos valores de los supuestos analizados.

$$STP = MDPa + 5 \text{ atm}$$

$$STP = MDPa \times 1,5 \text{ atm}$$

Siguiendo el ejemplo anterior:

- STP = 16 atm + 5 atm = 21 atm □ STP = 25 atm + 5 atm = 30 atm
- STP = 16 atm x 1,5 = 24 atm STP = 25 atm x 1,5 = 37,5 atm

La presión máxima de prueba establecida sería de 21 atm para el PN16 y de 30 atm para el PN25.



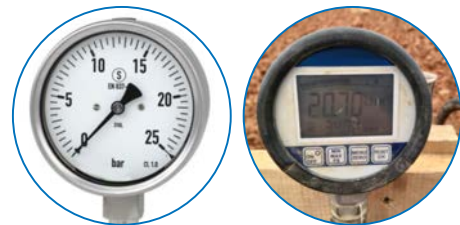


Esta opción solo debería aplicarse considerándose en sí misma una deficiencia técnica de relevancia, ya que existen supuestos y experiencias que han contrastado que pueden realizarse instalaciones cuyas presiones en explotación superan las MPD de las conducciones o de los equipos del sistema, y cuya eficiencia y durabilidad no son compatibles con las exigencias de durabilidad requeridas por la propia norma.

La duración de la prueba de caída de presión debe ser de 1 hora pudiendo tener una duración mayor si así lo especifica el proyectista. Durante la prueba, la caída de presión Δp debe presentar una tendencia regresiva y al finalizar la primera hora no debe exceder de 20 kPa.

Los conocimientos y medios técnicos disponibles nos permiten diseñar las redes actuales incluyendo, en la mayoría de los casos, los cálculos de todas las tensiones que deben soportar las tuberías en fase de explotación.

Si los cálculos son correctos, no es necesario trabajar una red en umbrales de presión en los que nunca debería hacerse.



Por esta razón la presión de prueba máxima nunca debería superar la presión máxima de diseño de las conducciones y resto de elementos o componentes del sistema, ya que esto supondría un error y una contradicción técnica que incide en la durabilidad de los elementos de la red siendo la causa principal de sobrecostes de explotación.

B - Método de prueba de pérdida de agua

Pueden utilizarse dos métodos para la medida de la pérdida de agua, del volumen evacuado o del volumen bombeado (inyectado). El proyectista o la dirección de obra debería definir qué procedimiento utilizar.

Al finalizar la primera hora de la prueba, la pérdida de agua aceptable no debería exceder el valor calculado mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta V_{\text{máx}} = 1,2V \cdot \Delta p \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E_R} \right]$$

- $\Delta V_{\text{máx}}$ pérdida admisible libre (litros)
- V volumen del tramo a probar (litros)
- Δp caída admisible de presión durante la prueba (20 kPa)
- E_w módulo de compresibilidad del agua ($2,1 \times 10^6$ kPa)
- E_R módulo de elasticidad del material de la tubería (kPa)
- ID diámetro interior de la tubería (m)
- e espesor nominal de la tubería (m)
- 1,2: factor de corrección que tiene en cuenta, entre otros aspectos, el efecto del aire residual existente en la tubería



12. Efectos de la temperatura

Hay que tener en cuenta la pérdida de propiedades mecánicas que se producen en las tuberías plásticas cuando la temperatura es elevada. Por ello, se debe evitar que en las pruebas de presión se junten las siguientes condiciones:

- Tubería parcial o totalmente expuesta a la intemperie
- Temperatura exterior elevada
- Agua estancada en el interior de la tubería
- Exposición prolongada al sol con anterioridad a la prueba

Todas estas circunstancias pueden provocar que la tubería sea ensayada a una temperatura muy superior a la temperatura de operación, por lo que las sobrepresiones de la prueba podrían llegar a dañar la tubería.

Ante ello se recomienda:

- Cubrir la tubería una vez verificada la estanqueidad de la red
- Evitar realizar la prueba de presión después de haber estado la tubería expuesta al sol

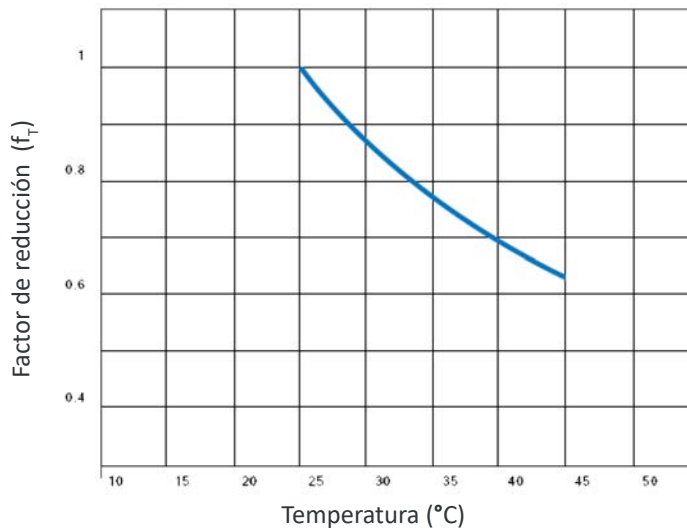
La **Presión de Funcionamiento Admisible (PFA)** de la tubería puede verse minorada con respecto a la Presión Nominal (PN) por temperaturas elevadas (superiores a 25°C) o por aplicaciones exigentes o agresivas.

$$PFA = PN \cdot \int_T \cdot \int_A$$

- El coeficiente de reducción por temperatura (f_T) se obtiene del gráfico adjunto
- El coeficiente de reducción por aplicación (f_A) se debe determinar por el proyectista

NOTA: El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista y del constructor, respectivamente.

Gráfico de coeficiente de temperatura



$$PFA = PN \cdot \int_T$$



13. Conclusiones

- La realización obligada de una prueba general de la red de distribución a través de los grupos motobomba de la estación de bombeo no debería eximir de la consecución parcial mediante pruebas satisfactorias de los tramos que conformen completamente dicha red.
- Las instrucciones dadas por la Dirección de Obra, así como por el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto prevalecerán sobre cualquier tipo de recomendación.
- La longitud de los tramos a probar debería estar comprendida entre 500 y 1000 m, no debiendo contener un mismo tramo; tuberías de distinto material, timbraje, diámetro o rigidez nominal a no ser que la Dirección de Obra dictamine lo contrario.
- El proyectista o en su defecto la Dirección de Obra debe especificar para la red la(s) presión (es) de diseño (DP), las presión (es) máxima de diseño (MDP) y las presiones de prueba de la red (STP) considerando todas las condiciones de caudal adecuadas.
- Los anclajes deberán estar dimensionados correctamente teniendo en cuenta la presión a la que vamos a probar la red (STP).
- La seguridad de las personas que participan en el proceso es muy importante, debiendo tomar cuantas medidas sean necesarias para preservarla. Las presiones a las que se someterá la tubería y todos los elementos que conforman el sistema, serán muy elevadas, por lo que todos los elementos deberán estar debidamente sujetos y la zona de prueba aislada y protegida.
- El llenado del tramo debe hacerse por el punto más bajo y a una velocidad tal que permita la evacuación del aire existente por los puntos previstos. El aire ocluido en la tubería es uno de los principales motivos por los cuales las pruebas son fallidas.
- La prueba de presión debería hacerse por fases, comenzando por una etapa preliminar de llenado y presurización hasta la estabilización del sistema. A esta le sigue una etapa de purga, que debe asegurarnos que hemos sido capaces de evacuar el aire de nuestra tubería y, para terminar, una etapa principal en la que presurizamos la tubería a la presión de prueba (STP).
- Es fundamental definir la presión de prueba (STP). En el presente documento se han expuesto distintas posibilidades conforme a la Norma UNE-EN 805, Pliego del MOPU de 1974 e incluso otros criterios adoptados por distintas administraciones.
- Nuestra opinión, basada en la experiencia, es que la presión de prueba máxima nunca debería superar la presión máxima de diseño de las conducciones y resto de elementos o componentes del sistema, ya que esto supondría un error y una contradicción técnica que incide en la durabilidad de los elementos de la red siendo la causa principal de sobrecostes de explotación.
- Los conocimientos y medios técnicos disponibles nos permiten diseñar las redes actuales incluyendo en la mayoría de los casos los cálculos de todas las tensiones que deben soportar las tuberías en fase de explotación.
- No consideramos necesario hacer trabajar a una red en umbrales de presión en los que nunca debería hacerlo si los cálculos de nuestro diseño son correctos.
- En caso de probar la tubería prácticamente destapada en periodo estival, en zonas muy calurosas, se debería tener en cuenta el efecto de la temperatura sobre el sistema.





14. Normativa y referencias bibliográficas

- **UNE-EN 805:2000** – Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.
- **UNE-EN 17176:2019** - Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 1: Generalidades, Parte 2: Tubos y Parte 5: Aptitud al uso del sistema.
- **ISO 16422:2014** – Tubos y uniones de poli (cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones.
- **Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión.** Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Centro de Estudios Hidrográficos del **CEDEX**.
- **UNE 53331:1997 IN** – Plásticos. Tuberías de poli (cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas.
- **UNE-EN 1610:2016** – Construcción y ensayos de desagües y redes de alcantarillado.
- **UNE-ENV1046:2002** – Sistemas de canalización y conducción en materiales plásticos. Sistemas de conducción de agua o saneamiento en el exterior de la estructura de los edificios. Práctica recomendada para la instalación aérea y enterrada.
- **UNE-ENV 1452-6-2002** – Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Parte 6: Práctica recomendada para la instalación (Junio 2002).
- **UNE-EN 12842** – Accesorios de fundición dúctil para sistemas de tuberías de PVC-U o PE. Requisitos y métodos de ensayo.
- **UNE-EN 545:2011** – Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.
- **UNE-EN 12842:2013** – Racores de fundición dúctil para sistemas de tuberías de PVC-U o PE. Requisitos y métodos de ensayo.
- **UNE-EN ISO 898-1:2015** – Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino. (ISO 898-1:2013).
- **197410-001 ORDEN de 28 de Julio de 1974** por la que se aprueba el “Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua” y se crea una “Comisión Permanente de Tuberías de Abastecimiento de Agua y de Saneamiento de Poblaciones”.





- Manual técnico de diseño de redes y utilización. Tubería de PVC Orientado TOM® 500 **Molecor**.
- Manual técnico de conducciones de PVC – **ASETUB** (Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos).
- Tuberías de PVC. Manual Técnico PVC – **ASETUB** (Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos).
- Manual de instalación de tuberías plásticas. Abastecimiento, riego y saneamiento – **ASETUB** (Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos).

15. Asistencia técnica

Molecor tiene a disposición de sus clientes un servicio de Asistencia Técnica para la resolución de cuantas dudas puedan surgir durante los procesos de diseño y ejecución de una instalación.

Nuestro departamento técnico de pre-post venta dará asistencia técnica en obra y analizará para su resolución cuantas cuestiones se le plantee sobre los cálculos hidráulicos y/o mecánicos.

Este documento técnico pretende dar una serie de instrucciones y pautas que permitan facilitar y mejorar la calidad de la instalación en obra de las **Tuberías TOM® de PVC-O** suministradas por **Molecor**.

En cualquier caso, antes de llevar a la práctica cualquiera de las actividades descritas:

- recepción del material en obra, descarga, almacenamiento, acopio y manipulación de la tubería
- ejecución de la zanja
- ensamblaje, curvatura, desviación angular y corte de la tubería
- uniones con otros materiales, anclajes y reparaciones
- realización de pruebas hidrostáticas

deberán estar incorporadas en el **Estudio de Seguridad y Salud** de la obra, para que a partir de dichas hipótesis de ejecución (incluidos los previsibles trabajos posteriores) podamos tomar las medidas de prevención y protección técnica necesarias.”

