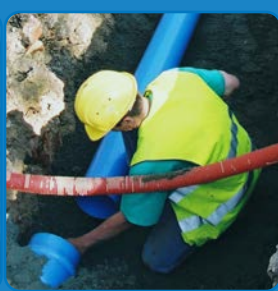


Recomendaciones para la instalación de tuberías de PVC



para abastecimiento, riego y saneamiento según normativa vigente

MOLECOR
Smart water


PALFINGER CRANE



1. Introducción **4**
2. Normativa **4**
3. Transporte y manipulación **6**
4. Recepción y apilado de los tubos en obra **7**
5. Tendido de los tubos **8**
6. Instalación de las tuberías **8**
6.1 Seguridad 9
6.2 Tipos de instalación 9
6.3 Construcción de la zanja 11
6.3.1 Anchura 11
6.3.2 Profundidad 12
6.3.3 Cargas de tráfico 12
6.4 Fondo de la zanja 13
6.4.1 Perfil de la zanja 13
6.4.2 Sobreexcavación 14
6.4.3 Condiciones especiales 14
6.4.4 Cama de apoyo 15
6.5 Procedimiento de instalación 16
6.5.1 Manipulación 16
6.5.2 Instalación 16
6.5.3 Unión de los tubos 16
6.5.4 Cambio de alineación. Desviación angular. 17
6.5.5 Relleno de la zanja y compactación 19
6.6 Anclajes y conexión a estructura rígida 23
6.6.1 Anclajes 23
6.6.2 Conexión a estructura rígida 25
7. Instalación aérea **26**
7.1 Tipos de soportes 26
7.1.1 Soportes continuos 26
7.1.2 Soportes aislados 27
8. Pruebas en obra **28**
8.1 Pruebas de presión 28
8.2 Pruebas de estanqueidad 29
8.3 Pruebas sin presión (saneamiento o conducciones en lámina libre) 30
9. Asistencia técnica **31**
10. Anexos **31**
10.1 Acondicionamiento de la zanja 31
10.2 Cálculo de empuje de anclajes 32
10.3 Dimensionamiento de los anclajes 33
10.3.1 Codos 33
10.3.2 Conos de reducción, tes y válvulas 34
10.4 Conducciones enterradas con pendiente 34
10.5 Complementos. Conducciones a presión. 36
10.6 Complementos. Conducciones de saneamiento. 38
10.7 Tabla de unidades 39

1. Introducción

La instalación de tuberías para abastecimiento, riego y saneamiento debe ser planificada y realizada según normas de buena ejecución, pliegos de prescripciones técnicas o códigos de buena práctica. Ello redundará en un óptimo funcionamiento durante toda la vida útil de la instalación.

En el presente documento se recogen, en forma resumida, aquellas instrucciones y recomendaciones que la normativa vigente define para las diferentes fases que componen el proceso completo de instalación de una tubería, desde la manipulación para su carga en fábrica, hasta las pruebas preceptivas en obra una vez finalizada la instalación de la misma.

2. Normativa

La normativa española que define las instrucciones a tener en cuenta en el transporte, manipulación, descarga, instalación y pruebas de las tuberías es la siguiente:

- **UNE-EN 805-Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edifícios y sus componentes (Diciembre 2000).**
  - Establece las especificaciones generales para las redes de abastecimiento de agua exteriores a los edificios, incluyendo conducciones principales, secundarias y acometidas de agua.

- **UNE-EN 1610 (2016): Construcción y ensayos de desagües y redes de alcantarillado.**
  - Es aplicable para la instalación y prueba de las acometidas y redes de saneamiento que normalmente están enterradas y generalmente funcionan en lámina libre.

- **UNE-CEN/TR 1046 (2013): Sistemas de canalización y conducción en materiales termoplásticos. Sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento fuera de la estructura del edificio. Prácticas para la instalación enterrada.**
  - Aplicable para la instalación de sistemas de canalización en materiales plásticos utilizados en la conducción de agua o de saneamiento por gravedad y por presión para instalaciones aéreas o enterradas.

- **UNE-ENV 1452-6-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).**
  - Recomendaciones prácticas para la instalación de tubos y accesorios de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) cuando se utilicen en sistemas de canalización para conducción de agua a presión.

NORMAS MENCIONADAS EN LOS DIFERENTES APARTADOS DE ESTAS RECOMENDACIONES	
TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN	Pliego MOPU Sto. (apdo. 12.2), Pliego MOPU Abto. (apdo.10.1), EN 805 (apdo.10.1.3), EN 1610 (apdo. 8), UNE TR 1046 (apdo. 5) y Guía CEDEX (apdo. 5. 2).
RECEPCIÓN Y APILADO DE LOS TUBOS EN OBRA	EN 1610 (apdo. 8.1 y 8.2), UNE TR 1046 (apdo. 5.4) y Guía CEDEX (apdo. 5.2)
TENDIDO DE LOS TUBOS	EN 1610 (apdo. 8.5)
INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS	EN 805, EN 1610, UNE TR 1046 (apdo. 6), en los Pliegos del MOPU de Abastecimiento y Saneamiento y Guía CEDEX (apdo. 5.3)
SEGURIDAD.	EN 805 (apdo. 10.1.4), UNE TR 1046 (apdo. 6.1.4.1) y Guía CEDEX (apdo. 5.3.1.5) en la construcción de la zanja debe tenerse en cuenta lo siguiente:
TIPOS DE INSTALACIÓN.	EN 1610 (apdo. 5), UNE TR 1046 (apdo. 6.1.3.4) y Pliegos del MOPU de Abastecimiento y Saneamiento
CONSTRUCCIÓN DE LA ZANJA ANCHURA	EN 805 (apdo. 10.2), UNE TR 1046 (apdo. 61.4.2). EN 1610 (apdo. 6.2.2)
CONSTRUCCIÓN DE LA ZANJA_ PROFUNDIDAD	Pliego MOPU Sto. apdo. 12.3.1)
FONDO DE LA ZANJA	UNE TR 1046 (apdo. 6.1.4.4), Pliego MOPU Sto. apdo. 12.3.4 y Guía CEDEX apdos. 5.3.1.2 y 5.3.3)
PROCESO DE INSTALACIÓN	Pliego MOPU Sto. (apdo. 12.4.3) y UNE TR 1046 (apdo. 6.1.5)
CAMBIO DE ALINEACIÓN	ENV 1452-6 apdo. 7
RELLENO DE LA ZANJA Y COMPACTACIÓN	EN 1610 (apdo. 11), UNE TR 1046 (apdo. 6.1.6), ENV 1452 (apdo. 10.2),Pliego MOPU Sto. (apdo. 9.12 y 12.4.4), Pliego MOPU Abto. apdo (10.3.8) y Guía CEDEX (apdo. 5.3.4)
ANCLAJES	ENV 1452, Pliego MOPU Abto. apdo. 10.5 y Guía CEDEX (apdo. 5.7)
CONEXIÓN A ESTRUCTURA RÍGIDA	UNE TR 1046 (apdo. 6.1.5.3)
TIPOS DE SOPORTES	ENV 1046 (apdo. 5.3.1.3)
PRUEBAS DE PRESIÓN PARA TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CON PRESIÓN	Pliego del MOPU de 1974
PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD. PARA TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CON PRESIÓN	Pliego del MOPU de 1974
PRUEBAS SIN PRESIÓN (SANEAMIENTO O CONDUCCIONES EN LÁMINA LIBRE))	Pliego del MOPU de 1986 para Tubería de Saneamiento
ACONDICIONAMIENTO DE LA ZANJA. TIPOS DE SUELO	UNE EN 53.331
ANCLAJES EN CONDUCCIONES DE MATERIALES PLÁSTICOS	UNE TR 1046:2013 (apdo. 6)

- **Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones del M.O.P.U aprobado el 15 Septiembre de 1986.**
  - De aplicación en la realización de suministros, explotación de servicios o ejecución de las obras y colocación de los tubos, uniones y demás piezas especiales necesarias para formar conducciones de saneamiento.

- **Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua del M.O.P.U aprobado el 28 Julio de 1974.**
  - De aplicación en la prestación a contratar, realización del suministro, explotación del servicio o ejecución de las obras y colocación de los tubos, uniones, juntas, llaves y demás piezas especiales necesarias para formar las conducciones de abastecimiento y distribución de agua potable a presión.

- **Guía Técnica sobre Tuberías para el transporte de agua a Presión editada por el CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas en Diciembre 2002).**
  - Incluimos asimismo como documento de referencia la Guía Técnica del CEDEX que, aunque no tiene carácter normativo, sí recoge en su capítulo 5 las instrucciones a seguir en la instalación de tuberías de Abastecimiento.

La instalación de tuberías para abastecimiento, riego y saneamiento debe ser planificada y realizada según normas de buena ejecución, pliegos de prescripciones técnicas o códigos de buena práctica. Ello redundará en un óptimo funcionamiento durante toda la vida útil de la instalación.

3. Transporte y manipulación

Las instrucciones a seguir vienen recogidas en el Pliego MOPU Sto. (apdo. 12.2), Pliego MOPU Abto. (apdo.10.1), EN 805 (apdo.10.1.3), EN 1610 (apdo. 8), UNE TR 1046 (apdo. 5) y Guía CEDEX (apdo.5. 2). Se resumen en:

En el transporte y en las operaciones de carga y descarga de tubos se evitarán los golpes siempre perjudiciales; se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitarán rodarlos sobre piedras, y en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes.

No se admitirán para su manipulación dispositivos formados por cables o ganchos desnudos ni por cadenas que estén en contacto con el tubo. El uso de cables requerirá un revestimiento protector que garantice que la superficie del tubo no quede dañada. Es conveniente la suspensión por medio de eslingas de cinta ancha.

La información e instrucciones dadas por los fabricantes de los componentes, con vistas a evitar todo daño, degradación y contaminación, deben ser observadas de forma estricta.



Fig. 1 Descarga con pinzas



Fig. 2 Descarga con eslingas

4. Recepción y apilado de los tubos en obra

Las instrucciones a seguir están recogidas en EN 1610 (apdo. 8.1 y 8.2), UNE TR 1046 (apdo. 5.4) y Guía CEDEX (apdo. 5.2). Se resumen en:

A la llegada de los camiones a obra debe recepcionarse el cargamento detenidamente, observando si el acondicionamiento ha sufrido algún deterioro por afloje de amarres, pérdida de protecciones entre tubos y cables, estado de las uniones, etc.

El material que ofrezca dudas sobre la procedencia de su utilización deberá ser apartado a un lugar que esté perfectamente diferenciado del resto del material evitando cualquier posible confusión.

Los tubos deberán ser apilados sobre superficies planas (no deben incidir sobre el tubo cargas puntuales) y deben ser protegidos de daños mecánicos. Las mismas camas sobre las que se transporta el tubo deben ser utilizadas como base para su acopio en obra o separación entre filas de tubos.

Se deben respetar las indicaciones del fabricante y los requisitos de las normas del producto.

En el caso de tuberías plásticas, cuando por causas inevitables los tubos tengan que permanecer en obra un tiempo prolongado (por ejemplo más de tres meses), deberán ponerse a cubierto o taparlos con material plástico transpirable (rafia o film perforado) y opaco.



Fig. 3 Apilado de tubos en obra

5. Tendido de los tubos

Las instrucciones a seguir están recogidas en la norma EN 1610 (apdo. 8.5). Se resumen en:

El tendido de tuberías debe comenzar en el extremo de aguas abajo de cada tramo, colocando normalmente las tuberías con las embocaduras hacia aguas arriba. Las tuberías deben instalarse sobre el trazado y a las cotas dadas en el perfil longitudinal, teniendo en cuenta las tolerancias especificadas en el proyecto.

Los tramos de la traza deben elegirse de tal forma que se consigan trayectos lo más rectos posible. Los cambios de dirección influyen en una mayor pérdida de carga por rozamientos. Las contrapendientes o puntos altos deben evitarse, pero si existieran deberá preverse ventosas que permitan la salida del aire. En los puntos bajos serán necesarios los correspondientes desagües.

6. Instalación de las tuberías

Las instrucciones a seguir están recogidas en EN 805, EN 1610, UNE TR 1046 (apdo. 6), en los Pliegos del MOPU de Abastecimiento y Saneamiento y Guía CEDEX (apdo. 5.3).

Dentro del concepto amplio de “Instalación” se considera una serie de subapartados que se irán definiendo siguiendo la normativa citada.

6.1. Seguridad.

De acuerdo con las normas EN 805 (apdo. 10.1.4), UNE TR 1046 (apdo. 6.1.4.1) y Guía CEDEX (apdo. 5.3.1.5) en la construcción de la zanja debe tenerse en cuenta lo siguiente:

Los trabajos en zanja se realizan en unas condiciones de riesgos potenciales. Cuando sea necesario, deben apuntalarse, encofrarse, entibarse, inclinarse o sostenerse las paredes de la zanja para proteger a cualquier persona dentro de la misma según el plan de seguridad y salud de la obra. Deben tomarse las precauciones necesarias para evitar la caída de objetos en la zanja, o su colapso causado por la posición o los movimientos de maquinaria o equipos adyacentes, especialmente cuando la zanja esté ocupada.

El material excavado se depositará a una distancia no inferior a 0,5 m del borde de la zanja, y la proximidad y altura de los taludes no deberá poner en peligro la estabilidad de la excavación.

6.2. Tipos de instalación.

De acuerdo con EN 1610 (apdo. 5), UNE TR 1046 (apdo. 6.1.3.4) y Pliegos del MOPU de Abastecimiento y Saneamiento, a continuación se exponen 3 tipos de instalación que se consideran:

Tipo 1) Instalación en zanja o bajo terraplén. Comprende la instalación en zanja estrecha, zanja ancha o en terraplén siendo:

H, la altura de recubrimiento por encima de la generatriz superior del tubo.
B, la anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior del tubo.
b, ángulo de inclinación de las paredes de la zanja.
2α, ángulo de apoyo del tubo en la cama

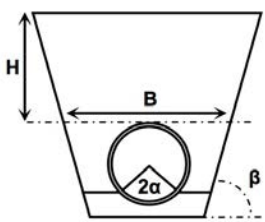


Fig. 4 Conducción en zanja

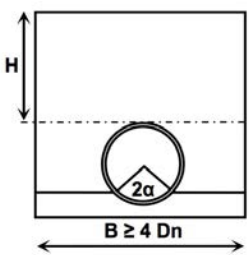


Fig. 5 Conducción bajo terraplén

Tipo 2) Instalación en zanja terraplenada, siendo:

H, la altura de recubrimiento por encima de la generatriz superior del tubo hasta el nivel del suelo natural.
H_1, la altura de recubrimiento desde la generatriz superior del tubo hasta la base de terraplenado.
H_2, la altura del recubrimiento en terraplén.
B, la anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior del tubo.
b, ángulo de inclinación paredes de la zanja
2α, ángulo de apoyo del tubo en la cama

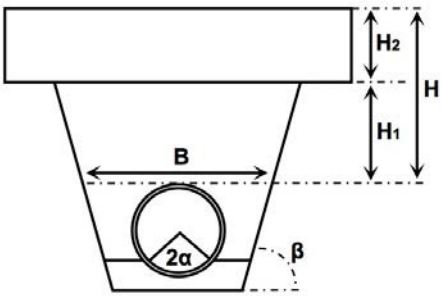


Fig. 6 Conducción en zanja terraplenada

Tipo 3) Instalación de dos conducciones en la misma zanja. Los datos son los mismos que para los casos Tipo 1 y Tipo 2.

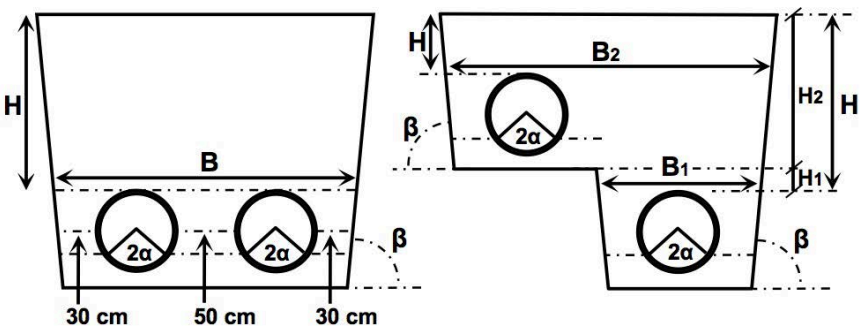


Fig. 7 Conducciones dobles al mismo y a distinto nivel

6.3. Construcción de la zanja.

6.3.1) Anchura de la zanja. EN 805 (apdo. 10.2), UNE TR 1046 (apdo. 61.4.2). Deberá ser tal que permita realizar la unión del tubo en la zanja y compactar el relleno en la zona de los riñones del tubo.

En la tabla siguiente se indican los anchos de zanja (cota B en figs. 4 a 7) en función del diámetro exterior del tubo OD de acuerdo con EN 1610 (apdo. 6.2.2).

Tabla 1, Anchura mínima de zanja en relación con el diámetro nominal (DN) de la tubería.

DN (mm)	Anchura mínima de zanja (OD + x) m		
	Zanja entibada	Zanja sin entibar	
		b > 60º	b ≤ 60º
DN ≤ 225	**OD + 0,40**	**OD + 0,40**	
225 < DN ≤ 350	**OD + 0,50**	**OD + 0,50**	**OD + 0,40**
350 < DN ≤ 700	**OD + 0,70**	**OD + 0,70**	**OD + 0,40**
700 < DN ≤ 1200	**OD + 0,85**	**OD + 0,85**	**OD + 0,40**
DN > 1.200	**OD + 1,0**	**OD + 1,0**	**OD + 0,40**
OD es el diámetro exterior de la tubería en metros. b **es el ángulo de la pared de la zanja sin entibar medido desde la horizontal.**			

La anchura de la zanja no deberá sobrepasar la máxima especificada en el cálculo estructural.

Los sistemas de canalizaciones paralelas dispuestos en el interior de una zanja común deben espaciarse suficientemente para permitir el paso de un equipo de compactación destinado a compactar el material de relleno de la zona entre los tubos. Para tener la seguridad de que se alcanza la compactación requerida, se recomienda que la distancia libre mínima entre tubos sea, de al menos 50 cm, evitando el riesgo de dañar la tubería con el equipo de compactación.

El material de relleno de la zona entre los tubos debe compactarse con la misma clase de compactación que el material entre el tubo y la pared de la zanja.

En el caso de sistemas de canalización paralelos instalados en el interior de una zanja en escalera, el material de relleno de la zona del tubo debe ser granular y debe compactarse hasta alcanzar un grado de compactación igual o superior al 97% P. N.

6.3.2) Profundidad de la zanja. Pliego MOPU Sto. (apdo. 12.3.1).

La profundidad mínima de la zanja se determinará de forma que las tuberías resulten protegidas de los efectos del tráfico, de la temperatura exterior y de las cargas externas.

Para ello, el Proyectista deberá tener en cuenta la situación de la tubería (según sea bajo calzada o lugar de tráfico más o menos intenso, o bajo aceras o lugar sin tráfico), el tipo de relleno, la pavimentación si existe, la forma y calidad del lecho de apoyo, la naturaleza de las tierras etc.

6.3.3) Cargas de tráfico: Como norma general, bajo calzadas o zonas de tráfico rodado posible, la profundidad mínima será tal que la generatriz superior de la tubería quede por lo menos a 1 metro de la superficie. En aceras o lugares sin tráfico rodado puede disminuirse este recubrimiento hasta 0,60 metros.

Para recubrimientos inferiores a 1 metro y hasta 0,70 ml, cualquier sección tipo con presencia de tráfico rodado, debe ser validada mediante la realización de un cálculo mecánico para comprobar su viabilidad.

En caso de alturas de recubrimiento inferiores a 0,70 ml, se deben tomar precauciones especiales y proteger las tuberías frente la acción directa de las cargas de tráfico mediante la utilización de losas de hormigón en superficie o incluso en los casos de profundidad más crítica, hormigonando completamente la envolvente de la tubería.

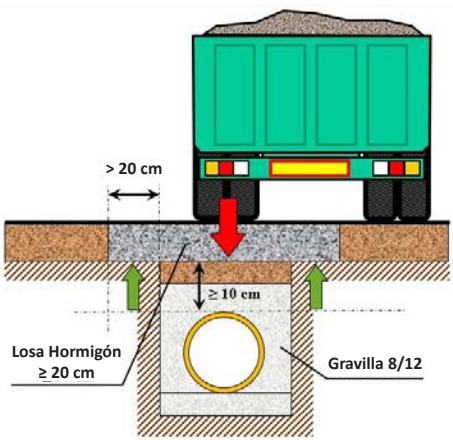


Fig. 8 – Detalle Losa de Hormigón

El material procedente de la excavación que no sea apropiado para la colocación de la tubería deberá ser separado y almacenado en lugar aparte, para así asegurarse que la tubería descansa sobre terreno apropiado, que permita un buen asiento del tubo. Antes de bajar el tubo a la zanja es necesario realizar una sobreexcavación para el alojamiento de la junta en el fondo de la zanja y permitir el correcto ensamblaje asegurando que el peso del tubo lo soporta el propio tubo y no el manguito o copa. Esta sobreexcavación no debe ser más larga de lo necesario. Aproximadamente será vez y media la longitud del manguito y debe rellenarse, al hacer el tapado, con material de igual densidad que el resto del relleno alrededor del tubo.

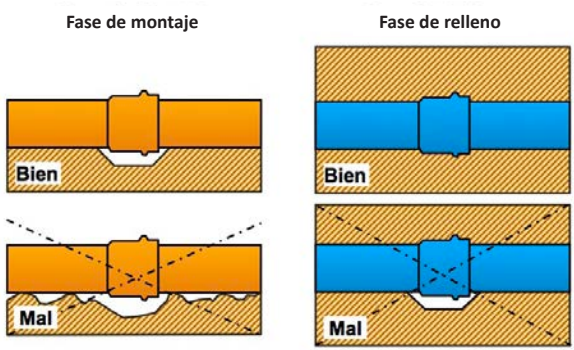


Fig. 9 – Acabado fondo de zanja en la unión de los tubos

6.4. Fondo de la zanja.

UNE TR 1046 (apdo. 6.1.4.4), Pliego MOPU Sto. (apdo. 12.3.4) y Guía CEDEX (apdos. 5.3.1.2 y 5.3.3).

6.4.1) Perfil de la zanja.

La superficie nivelada de la zanja debe ser continua, uniforme y libre de partículas más gruesas que las especificadas en la Tabla 2 en función del diámetro del tubo.

Tabla 2, Tamaño máximo de partícula

Diámetro Nominal DN (mm)	Dimensión máxima (mm)
DN < 100	**15**
100 ≤ DN < 300	**20**
300 ≤ DN < 600	**30**
600 ≤ DN	**30**



Fig. 10 Rasanteo y anchura de la base de la zanja

6.4.2) Sobreexcavación.

Se excavará hasta la línea de la rasante siempre que el terreno sea uniforme. Si quedan al descubierto elementos rígidos tales como piedras, rocas, etc., será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior. Este relleno se efectuará preferentemente con arena suelta, grava o piedra machacada, siempre que su tamaño no exceda de 20 mm. Se evitará el empleo de tierras inadecuadas. Estos rellenos se compactarán hasta un 95% Proctor Normal y se regularizará la superficie.

6.4.3) Condiciones especiales.

Cuando el suelo no sea estable, constituye una buena solución el empleo de geotextiles.

Entre las condiciones especiales que pueden presentarse durante la instalación, figura el estancamiento de agua o el recorrido de venas de agua por el fondo de la zanja, o la rápida tendencia al desprendimiento del fondo de la zanja. En estos casos se elimina el agua por medio de puntos drenantes hasta que el tubo haya sido instalado y rellenado la zanja hasta la altura suficiente para evitar la flotación de la conducción o el colapso de la zanja.

La granulometría del relleno envolvente del tubo, cama de apoyo y material del apoyo debe ser tal que, en condiciones saturadas, los finos de estas zonas no puedan migrar al suelo vecino del fondo de la zanja o paredes, y el material del fondo de la zanja o paredes no migre

dentro de esas zonas. Cualquier migración o movimiento de partículas de una zona a otra puede originar la pérdida del apoyo necesario o del soporte lateral del tubo, o ambos. La migración de materiales finos puede evitarse utilizando un geotextil.

Cuando el suelo sea poco resistente o blando debe reforzarse el fondo de la zanja antes de la instalación de la cama de apoyo utilizando un entramado de madera, de hormigón armado o geotextiles.

6.4.4) Cama de apoyo.

Un tubo necesita un soporte uniforme para toda su longitud y ésta es la misión que realiza la cama de apoyo.

Para proporcionar un soporte uniforme, la cama de apoyo deberá tener un espesor de (10 + DN/10) cm y mínimo 10 cm.

El material de la cama debe ser granular, como grava, arena o piedra machacada. El material de la cama debe distribuirse uniformemente a lo ancho de toda la zanja y nivelarse al perfil de la canalización sin compactar.

En terrenos con nivel freático alto se utilizará material granular, grava o piedra machacada libre de finos, de tamaño de grano comprendido entre 8 y 16 mm para diámetros de tubería hasta DN 400 mm, y de 16 a 30 mm para diámetros mayores. En algunos casos se deberá utilizar una tubería de drenaje situada en el fondo de la zanja, de un diámetro tal que garantice la evacuación de las aguas subterráneas.



Fig. 11 Extendido de la cama de apoyo con nivel freático

6.5. Proceso de instalación. Pliego MOPU Sto. (apdo. 12.4.3) y UNE TR 1046 (apdo. 6.1.5).

6.5.1) Manipulación.

Los tubos se almacenarán y manipularán de forma que se evite cualquier daño. Se inspeccionará cuidadosamente cada tubo, especialmente las uniones, para evitar daños antes de la instalación.

6.5.2) Instalación.

Se tenderá el tubo en la zanja de forma que se sitúe uniformemente sobre la cama de apoyo en toda su longitud.

6.5.3) Unión de los tubos.

Tanto los tubos como las juntas deben estar limpios, exterior e interiormente, y deben ser comprobados antes de su instalación para verificar que no quedan residuos de tierras interpuestos entre los labios de la junta de goma.

En los extremos del tubo y las juntas debe aplicarse lubricante para juntas especialmente diseñadwo para facilitar el deslizamiento de tubo y junta durante la operación de montaje. Solamente debe utilizarse el lubricante recomendado por el fabricante. Cualquier otro tipo de lubricante puede ser perjudicial por atacar la junta. Nunca utilizar grasas o aceites minerales.

A continuación, se procederá al centrado y perfecta alineación de los tubos, realizando la unión del tubo con su precedente empujando desde su extremo mediante palanca, con tráctel (figura 12), o con eslingas (figura 13).

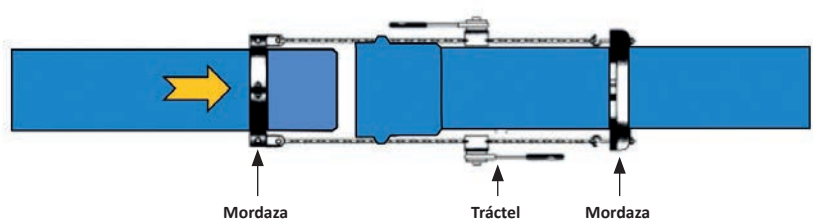


Fig. 12 Unión de tubos con tráctel



Fig. 13 Manipulación tubos con eslinga

6.5.4) Cambio de alineación.

Durante la instalación, la dirección del tubo puede cambiarse en la junta hasta el ángulo máximo indicado por el fabricante.

En el caso de Tubos de PVC-U presión, la desviación angular y el desplazamiento según ENV 1452-6 (apdo. 7) son los siguientes:

Diámetro Nominal DN (mm)	Desviación angular máxima a	Desplazamiento máximo H (mm) (para tubos de 6 m de longitud)
63 ≤ DN ≤ 630	**1º**	**104**

En el caso de los tubos de PVC Orientado, la desviación angular y el desplazamiento son los siguientes:

Diámetro Nominal DN (mm)	Desviación angular máxima a	Desplazamiento máximo H (mm) (para tubos de 6 m de longitud)
90 ≤ DN ≤ 400	**2º**	**209**

En el caso de tubos de PVC Corrugado SANECOR®, la desviación angular y el desplazamiento son los siguientes:

Diámetro Nominal DN (mm)	Desviación angular máxima a	Desplazamiento máximo H (mm) (para tubos de 6 m de longitud)
DN 160	**6º**	**627**
DN 200	**5º**	**523**
DN 250	**4º**	**419**
DN 315	**3º**	**314**
400 ≤ DN ≤ 1.200	**1º**	**105**

El cambio de alineación en el montaje se realiza instalando los tubos en línea recta y girándolos posteriormente hasta, como máximo, el ángulo indicado en la tabla anterior, según diámetro y tipo de tubería (*Figura 12*). En función de la presión interior (si la hubiera) y del radio de curvatura, tendrán que preverse dados de anclaje en la instalación.

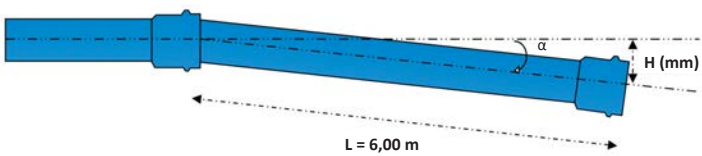


Fig. 14 Desviación angular durante el montaje



Fig. 15 – Montaje con traza curva

La secuencia del montaje en curva se detalla en la figura 16.

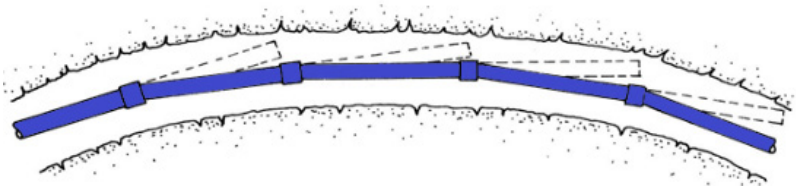


Fig. 16 Montaje en curva

En instalaciones con presión, estos dados de anclaje deberán ser calculados y diseñados con especial atención para evitar daños en la instalación durante su puesta en marcha o explotación.

De igual manera, tendrán que preverse dados de hormigón para anclaje de los tubos cuando se trate de instalaciones aéreas y/o con pendientes pronunciadas.

6.5.5) Relleno de la zanja y Compactación.

EN 1610 (apdo. 11), UNE TR 1046 (apdo. 6.1.6), ENV 1452 (apdo. 10.2), Pliego MOPU Sto. (apdo. 9.12 y 12.4.4), Pliego MOPU Abto. (apdo 10.3.8) y Guía CEDEX (apdo. 5.3.4).

De forma gráfica, en la figura 15, se describen las distintas capas que intervienen en el relleno y su compactación.

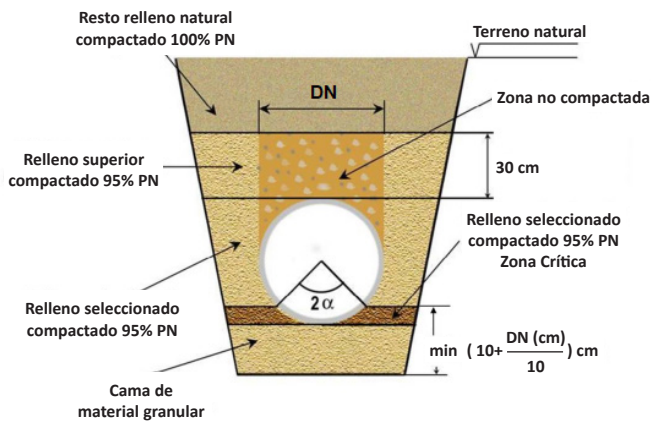
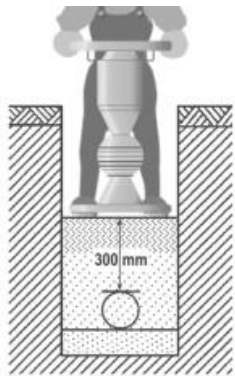


Fig. 17 Relleno y compactación de la zanja

Procedimiento básico:

Se situará el relleno de la zona del tubo en capas de 15 a 25 cm sobre cada lado del tubo y se compactarán los laterales del mismo, nunca sobre el tubo, hasta unos 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo, con un grado de compactación no menor del 95% Proctor Normal o hasta que su densidad relativa sea mayor del 70% si se tratase de material no coherente o libremente drenante.

En la figura 18 se detalla (según ENV 1452) cómo debe ser la compactación a partir de 300 mm por encima de la generatriz superior del tubo.



Resto de material de excavación para el relleno, que puede ser dispuesto y compactado en ca as no superiores a 250 mm espesor, pero no puede compactarse directamente sobre la coronación del tubo hasta que se haya dispuesto un relleno de 300 mm



Fig. 18 Compactación de la zanja

Las restantes capas, hasta la cota del terreno, se compactarán al 100% Proctor Normal y podrán contener material más grueso, recomendándose, sin embargo, no emplear elementos de dimensiones superiores a 20 mm.

Durante las operaciones de instalación, es necesario tomar precauciones para evitar la flotación del tubo, así como el desplazamiento del tubo mientras se sitúa el material debajo de los riñones.

En el proceso de llenado de la zanja, se protege el tubo de caídas de objetos y de impactos directos del equipo de compactado o de otras fuentes de daños potenciales. Cuando el relleno está siendo compactado hasta la superficie del suelo, no debe utilizarse el equipo de compactado directamente por encima del tubo hasta que se haya realizado un rellenado suficiente. No deben emplearse equipos de rodillos o pisones prensados para consolidar el relleno final, a menos que los fabricantes del tubo y del equipo recomienden su empleo. En este caso, debe dejarse, al menos, el mínimo espesor sobre la parte superior del tubo dado en la tabla 3, o, si los fabricantes de tubo y del equipo lo recomiendan, un espesor superior, antes de utilizar este equipo de consolidación.

En la compactación del relleno de la zanja, desde la cama hasta 30 cm sobre la generatriz superior del tubo, se deben 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.

Equipo	Número de pasadas para la clase de compactación		Espesor máximo de capa, en metros, después de compactación para clase de suelo				Espesor mínimo por encima de la parte superior del tubo, antes de la compactación
	Buena	Moderada	1	2	3	4	m
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**	**-**	**1,00**

Tabla 3 – Espesores de capa recomendados y número de pasadas de compactación

Debe tenerse cuidado de compactar el material debajo de los riñones del tubo.

Debe reducirse al mínimo la caída libre del relleno sobre la parte superior del tubo.

No se recomienda utilizar como relleno materiales con alto contenido de componentes orgánicos, ni instalar las tuberías en suelos orgánicos o poco estables (limos, margas, turbas, etc), sin tomar precauciones especiales (encepados, base continúa de hormigón armado, empleo de geotextiles, etc.)

Para alturas de relleno comprendidas entre 0,3 m y 1 m sobre la generatriz superior del tubo es posible compactar con un pisón vibratorio mediano (peso máximo en régimen de funcionamiento de 0,6 kN) o una placa vibratoria (peso máximo en régimen de funcionamiento de 5 kN).

Los compactadores pesados se permiten a partir de una altura de relleno sobre la generatriz superior de la tubería de aproximadamente 1 m.

En tanto las obras no hayan terminado se deberán evitar cargas mayores (por ejemplo, tránsito de vehículos pesados, incluidos los de obra).

Cuando exista una zanja entibada, la entibación deberá ser retirada tramo a tramo según se vayan realizando las operaciones de relleno y compactación, que en este tipo de instalación debe realizarse necesariamente por tongadas. Los desmoronamientos y asentamientos de la zanja influyen en las cargas que soporta el tubo y por tanto deben ser evitados.



Fig. 19 Compactación lateral de la zanja

Al retirar la entibación deberá comprobarse que la compactación del material de relleno haga unión cohesiva con la superficie natural de la pared de la zanja.

En cualquier caso, la retirada de la entibación y la compactación del relleno deberá estudiarse para cada obra en particular y realizarse según lo especificado en proyecto.

6.6. Anclajes y conexión a estructura rígida.

6.6.1) Anclajes. ENV 1452, Pliego MOPU Abto. (apdo. 10.5) y Guía CEDEX (apdo. 5.7).

Una vez montados los tubos y las piezas, se procederá a la sujeción y apoyo de los codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación y en general todos aquellos elementos que estén sometidos a acciones que puedan originar desviaciones perjudiciales.

En los puntos de la conducción donde se encuentren cambios de dirección, horizontales o verticales, reducciones de sección, ventosas, acometidas o derivaciones, cierres terminales, etc., es necesario construir anclajes para impedir el desplazamiento debido al empuje provocado por la presión interior.

En instalaciones de fuertes pendientes, el montaje se debe realizar en sentido ascendente, previendo anclajes transversales para impedir el deslizamiento de la conducción. Se recomienda poner los anclajes sobre tubos cortos para asegurar la flexibilidad de la instalación.

La forma y dimensiones de los macizos de hormigón utilizados en los anclajes dependen de la forma del elemento a anclar, del empuje provocado por la presión interior, de la resistencia del terreno, y de las restantes solicitaciones.

En el caso de curvas verticales, el anclaje debe llevar zunchos de pletina incrustada en la masa del hormigón y convenientemente protegidos contra la corrosión. El anclaje no debe jamás bloquear la conducción, sino simplemente oponerse al empuje generado por la presión interior, en una dirección bien determinada. Las juntas a ambos lados del elemento anclado deben permanecer accesibles.

Para determinar las dimensiones de cada anclaje, es necesario calcular el esfuerzo resultante del empuje correspondiente a la presión máxima prevista para las pruebas en obra y tener en consideración la resistencia del terreno.

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

En caso de necesidad pueden utilizarse cementos de fraguado rápido.

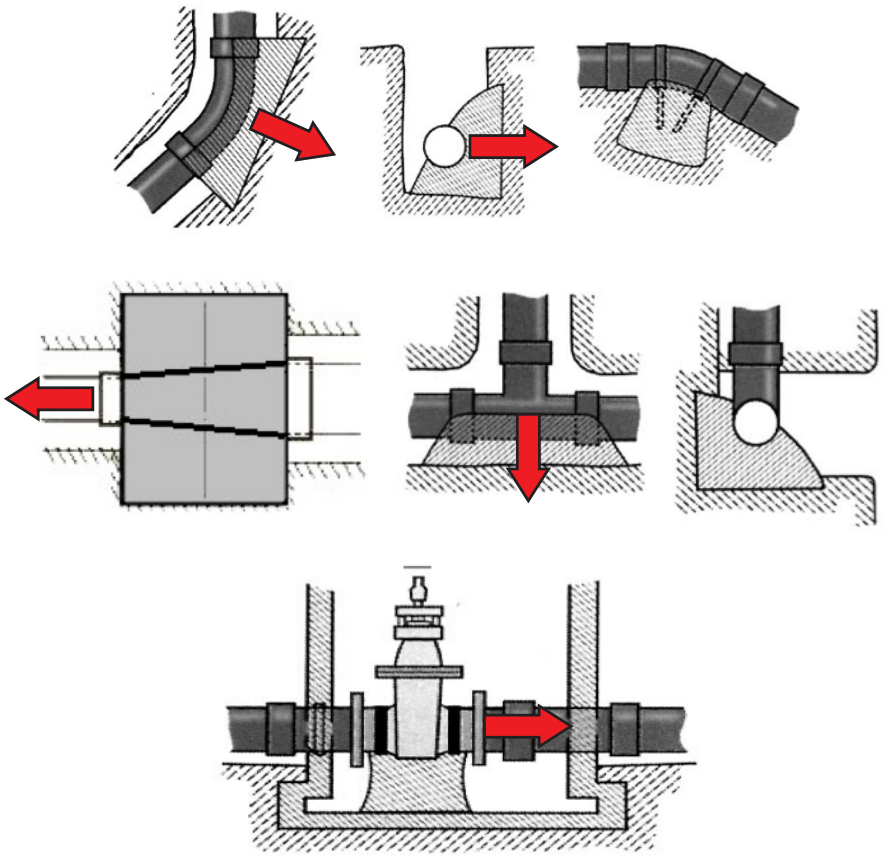


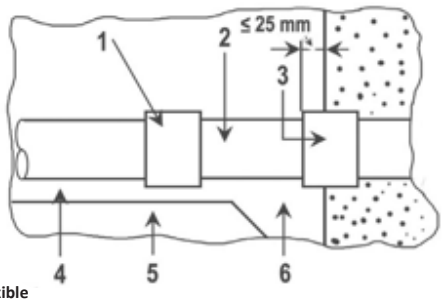
Fig. 20 Diversos tipos de anclajes de hormigón



Fig. 21 Anclajes en codos y tes

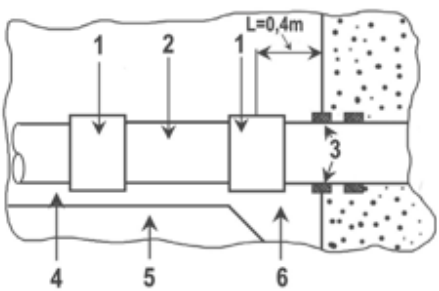
6.6.2) Conexión a estructura rígida.

Según UNE TR 1046 (apdo. 6.1.5.3). Cuando una canalización entre o salga de una estructura, tal como un edificio, arqueta, pozo, boca de entrada o bloque de anclaje, tiene que preverse medios para un asentamiento diferencial tolerable. Las uniones típicas a las estructuras rígidas también están incluidas en la norma. Cuando el sistema de canalización utilice uniones flexibles, éstas deben montarse como se indica en la figura 22 ó 23.



Leyenda
1 Unión flexible
2 Tramo de tubo: máx. 2m; min. 1m
3 Unión flexible en la estructura
4 Cama de apoyo del tubo
5 Suelo natural
6 Material bien compactado

Fig. 22 Conexión a estructura rígida con unión flexible



Leyenda
1 Unión flexible
2 Tramo de tubo: máx. 2m; min. 1m
3 Goma o asfalto
4 Cama de apoyo del tubo
5 Suelo natural
6 Material bien compactado

Fig. 23 Conexión a estructura rígida con goma o asfalto

7. Instalación aérea

En el caso de instalación de tuberías aéreas, sin presión, colocadas sobre apoyos aislados, la distancia entre estos no debe superar normalmente los 3 m. Para pequeños diámetros que vayan a soportar presión interna la distancia entre apoyos no debería exceder de 2 m, según la presión.

En la mayoría de los casos será suficiente un ángulo de apoyo de 120º y un ancho de asiento de 20 cm. En cualquier caso, al proyectar la construcción de los apoyos tendrán que tenerse en cuenta los esfuerzos longitudinales o transversales. Igualmente deben tomarse precauciones adecuadas contra vientos, choques, hundimientos, etc.

7.1. Tipos de soportes. Según ENV 1046 (apdo. 5.3.1.3).

7.1.1) Soportes continuos. Los soportes continuos pueden fabricarse de varios materiales, como hormigón, acero o madera siempre que sea suficientemente robusto y que comprenda un soporte de silla de montar o en forma de V para sustentar el tubo. Un ejemplo de un soporte continuo viene dado en la figura 24.

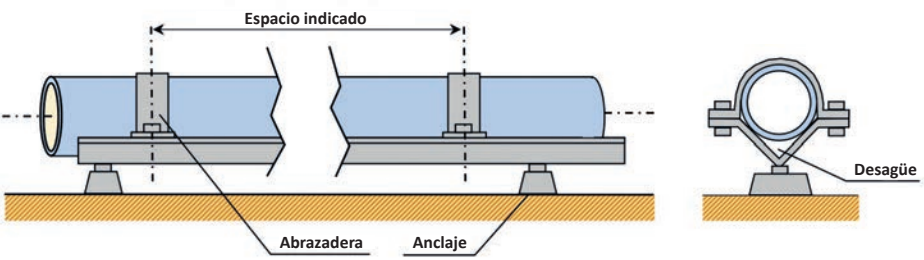


Fig. 24 Soporte continuo típico

El tubo debe fijarse sobre el soporte por medio de clips o abrazaderas que deben permitir que el tubo se deslice libremente. El soporte debe tener una superficie lisa para evitar el desgaste del tubo y, cuando proceda, debe suministrarse una resistencia adicional a los cambios de dirección para resistir el empuje.

Para permitir un apoyo uniforme del tubo sobre el soporte se debe interponer una cama de fieltro bituminoso, banda de neopreno, u otro material flexible e imputrescible con un espesor de al menos 5 mm. Los tubos deben fijarse al apoyo con ayuda de zunchos de pletina protegidos contra la corrosión, e interponiendo igualmente un elemento separador flexible.

7.1.2) Soportes aislados. En la figura 25 se dan ejemplos de soportes aislados que pueden utilizarse. Deben adoptarse disposiciones que permitan el movimiento.

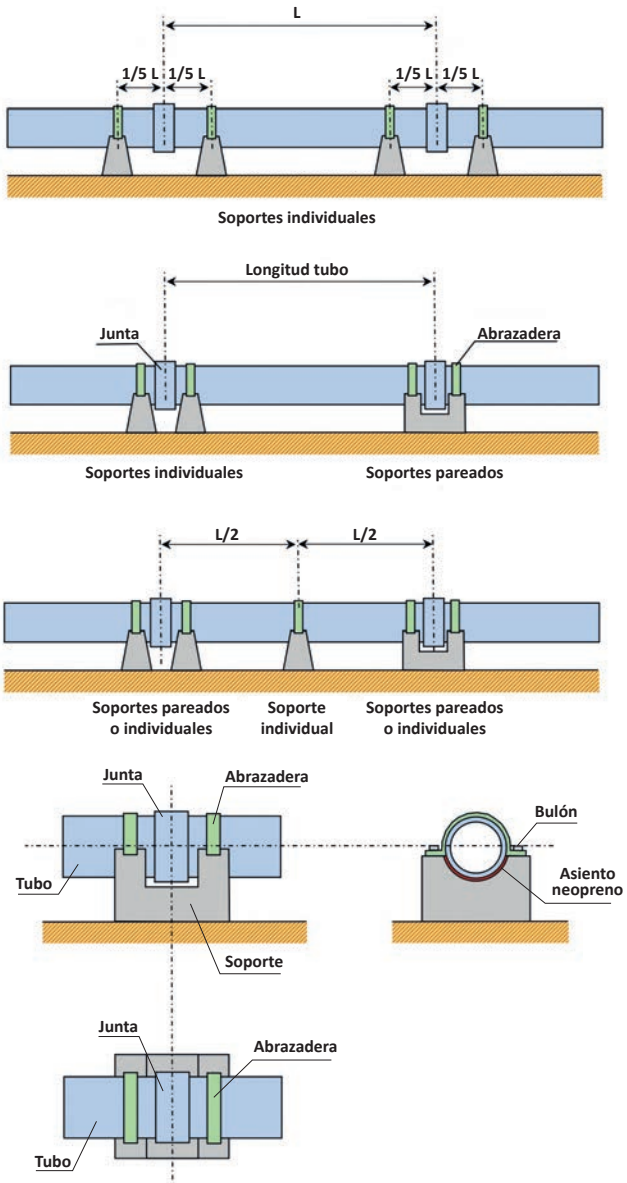


Fig. 25 Soportes aislados típicos

8. Pruebas en obra

8.1. Pruebas de presión.

Para tuberías de abastecimiento de agua con presión las pruebas preceptivas de presión se realizarán según el Pliego del MOPU de 1974.

A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales de presión interna por tramos de longitud aproximada a los 500 m pero en el tramo elegido la diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y el punto de rasante más alta no excederá del 10% de la presión de prueba establecida.

Esta prueba es un ensayo hidrostático que se debe realizar únicamente cuando la tubería está instalada y tapada parcialmente con la compactación debida. Antes de someter la instalación a presión, la tubería deberá estar totalmente llena de agua.

Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba con una velocidad de llenado inferior a 0,5 m/s, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba una vez se haya comprobado que no existe aire en la conducción. Si esto no fuera posible, el llenado se hará aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto se colocará un grifo de purga para la expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado en forma debida.

La bomba para la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Se colocará en el punto más bajo de la tubería a ensayar.

La presión interior de prueba en zanja de la tubería será tal que se alcance, en el punto más bajo del tramo en prueba 1,4 veces la presión máxima de trabajo (suma de la máxima presión de servicio más la sobrepresión, incluido el golpe de ariete), siempre inferior a la presión nominal, en el punto de más presión. La presión se hará subir lentamente de forma que el incremento de la misma no supere 1 kg/cm2 por minuto.

Una vez obtenida la presión, se parará durante 30 minutos, y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior ($\sqrt{p/5}$), siendo p la presión de prueba en zanja en kilogramos por centímetro cuadrado. Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán los defectos observados repasando las juntas que pierda agua, cambiando si es preciso algún tubo, de forma que al final se consiga que el descenso de presión no sobrepase la magnitud indicada.

Las impulsiones de saneamiento se tratarán como una tubería a presión, aplicándosele todo lo indicado anteriormente.

8.2. Pruebas de estanqueidad

Para tuberías de abastecimiento de agua con presión las pruebas preceptivas de estanqueidad se realizarán según el Pliego del MOPU de 1974.

Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión interior deberá realizarse la de estanqueidad. La presión de prueba de estanqueidad será la máxima estática que exista en el tramo de la tubería objeto de prueba.

La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse al tramo de tubería en prueba mediante un bombín tarado, de forma que se mantenga la presión de prueba de estanqueidad después de haber llenado la tubería de agua y haberse expulsado el aire.

La duración de la prueba de estanqueidad será de dos horas, y la pérdida en este tiempo será inferior al valor dado por la fórmula:

$$V = K.L.D$$

en la cual:

V = pérdida total en la prueba en litros.
L = longitud del tramo objeto de la prueba en metros.
D = diámetro interior, en metros.
K = coeficiente dependiente del material.

Donde K = 0,35 para el caso de la tubería de PVC-U o PVC-O.

De todas formas, cualesquiera que sean las pérdidas fijadas, si éstas son sobrepasadas, se repasarán todas las juntas y tubos defectuosos; así mismo se repasará cualquier pérdida de agua apreciable, aún cuando el total sea inferior al admisible.

8.3. Pruebas sin presión (saneamiento o conducciones en lámina libre).

El objeto de probar un sistema de tubería sin presión (saneamiento o conducciones en lámina libre) es asegurarse de que la tubería se ha colocado con una pendiente adecuada y que es estanca en todas las juntas, accesorios y registros.

En caso de redes de alcantarillado, se deben probar:

1. Las conducciones de la red por gravedad.
2. Los colectores por gravedad.

Para estos dos casos (conducciones y colectores por gravedad), la prueba se realizará siguiendo las directrices del Pliego del MOPU de 1986 para Tubería de Saneamiento.

Pruebas por tramos: se deberá probar al menos el 10% de la longitud total de la red.

Una vez colocada la tubería de cada tramo, construidos los pozos y antes del relleno de la zanja, se deberá realizar la prueba de la tubería.

La prueba se realizará obturando la entrada de la tubería en el pozo de aguas abajo y cualquier otro punto por el que pudiera salirse el agua; se llenará completamente de agua la tubería y el pozo de aguas arriba del tramo a probar.

Transcurridos 30 minutos del llenado, se inspeccionarán los tubos, las juntas y los pozos, comprobándose que no ha habido pérdida de agua.



Si se aprecian fugas durante la prueba, se corregirán procediéndose a continuación a una nueva prueba. En este caso el tramo en cuestión no se tendrá en cuenta para el cómputo de la longitud total a ensayar.

Revisión general: una vez finalizada la obra y antes de la recepción provisional, se comprobará el buen funcionamiento de la red vertiendo agua en los pozos de registro de cabecera verificando el paso correcto de agua en los pozos registro aguas abajo.

9. Asistencia técnica

Molecor pone a disposición de sus clientes un servicio de Asistencia Técnica para asesorarles en la instalación de sus tuberías. Especialmente al inicio de los trabajos de colocación, este personal constituye una gran ayuda ya que la experiencia de muchos años en cuanto a la colocación de tuberías, ahorra tiempo al facilitar las operaciones de instalación, y en consecuencia reduce costes.

Así mismo el Departamento Técnico les puede asesorar sobre los cálculos mecánicos a realizar en su proyecto.

10. Anexos

A continuación se recogen otros aspectos técnicos relacionados con cálculos de empujes en piezas especiales, información adicional y complementos empleados en la instalación de tuberías.

10.1. Acondicionamiento de la zanja.

Resumen del acondicionamiento del fondo de la zanja y del relleno.

Tanto el terreno del fondo de la zanja como el del relleno deben tener una capacidad de soporte suficiente. Cuando el subsuelo no tenga la capacidad resistente necesaria, el material de relleno de la zanja debe ser de aportación, con las características necesarias para proporcionar a la tubería un apoyo adecuado.

Una clasificación muy general de los tipos de suelo es la siguiente, según la UNE EN 53.331.

Grupo 1: Suelos no cohesivos. Se incluyen en este grupo las gravas y arenas sueltas (porcentaje de finos Φ<0,06 mm, inferior al 5%).

Grupo 2: Suelos poco cohesivos. Se incluyen en este grupo las gravas y arenas poco arcillosas o limosas (porcentaje de finos Φ<0,06 mm, entre el 5% y el 15%).

Grupo 3: Suelos medianamente cohesivos. Se incluyen en este grupo las gravas y arenas arcillosas o limosas (porcentaje de finos Φ<0,06 mm, entre el 15% y el 40%) y los limos poco plásticos.

Grupo 4: Suelos cohesivos. Se incluyen en este grupo las arcillas, los limos y los suelos con mezclas de componentes orgánicos. No se aconseja este terreno para la instalación de tuberías enterradas.

No se recomienda utilizar como relleno materiales con alto contenido de componentes orgánicos, ni instalar las tuberías en suelos orgánicos sin tomar precauciones especiales (empleo de geotextiles, encepados, etc.).

Si el terreno sobre el que se excava la zanja es poco adecuado (arcillas, margas turbas, etc.) para la instalación de tuberías, conviene modificar el trazado por terrenos más estables. Si ello no es posible, se puede mejorar el comportamiento del entorno tubo-suelo con la aportación de un material de relleno de mayor calidad para obtener mayor capacidad portante. Si a pesar de esto aún no es suficiente, se puede estabilizar el conjunto tubo-suelo con la colocación de geotextiles que eviten la contaminación o pérdida de los materiales granulares de aportación en el terreno adyacente. En estos casos conviene consultar con los fabricantes o especialistas en estos productos, quienes aportarán la alternativa más adecuada a cada situación particular.

El fondo de la zanja deberá seguir el perfil previsto, con la pendiente y la profundidad o altura de la zanja especificadas en proyecto para cada instalación y tipo de tubo.

El fondo de la zanja deberá tener asegurada su estabilidad. Cuando, por cualquier causa el fondo de zanja haya sido desestabilizado (aflojado o removido), se deberá recuperar la rasante con material adecuado compactándolo regularmente, previendo las regatas necesarias para la colocación de las juntas de unión. Cuando el suelo sea de poca consistencia o haya condiciones de humedad, el director del proyecto puede especificar trabajos adicionales.

10.2. Cálculo de empujes-anclajes.

Empujes.

Los macizos de anclaje que es necesario disponer en los codos, válvulas, reducciones, bifurcaciones, etc. se han calculado teniendo en cuenta los casos que pueden darse de posición de la tubería y los empujes producidos.

- Determinación de los empujes en los codos.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$F_H = 2.\ K.\ A\ \text{sen}\ \frac{j}{2}$$

en la que

F_H = empuje total hacia fuera (Kg)
K = presión máxima de trabajo (Kg/cm^2)
A = área de la sección del tubo en (cm^2)
j = ángulo del codo

En el cuadro que figura al final de este apartado se da el empuje en el codo en función del ángulo del mismo y del diámetro del tubo.

- Determinación de los empujes en conos, tes, bridas ciegas, válvulas, etc.

Se aplica la fórmula:

$$E = K. A$$

donde

E = empuje en (Kg)
K = presión máxima de trabajo (Kg/cm^2)
A = área de la sección del tubo (cm^2)

10.3. Dimensionamiento de los anclajes

10.3.1) Codos.

Los codos pueden presentar dos posiciones:

Codos en el plano vertical: Si el empuje resulta hacia el exterior del terreno, el peso del anclaje ha de absorber este esfuerzo. Si el empuje se dirige hacia el interior del terreno, éste tendrá que soportar el esfuerzo con lo que la superficie del anclaje será la suficiente para que en el reparto de tensiones éstas se mantengan menores de 1 kg/cm2, valor aceptable en el caso presente.

Se adjunta un cuadro donde aparece en función de la presión de trabajo y diámetro de la tubería, el empuje producido, el volumen de hormigón necesario en el anclaje y la superficie mínima de contacto de zanja y codo, en el plano perpendicular al mismo (fondo de la zanja).

Codos en el plano horizontal: El empuje en este caso viene soportado por el rozamiento entre anclaje y terreno y por la pared lateral de la zanja, de acuerdo con la expresión.

$$E = s . s + v . g . m$$

en la que

E = empuje que debe absorber el anclaje
S = superficie del anclaje en contacto con el lateral de la zanja
s = 10 T/m^2, capacidad de soporte del terreno
v = Volumen del hormigón necesario
g = 2,3 t/m^3, peso específico del hormigón
m = 0,323 coeficiente de rozamiento

10.3.2) Conos de reducción, tes y válvulas.

El empuje viene soportado por el rozamiento entre el anclaje y el terreno y por la capacidad de soporte del terreno lateral de zanja.

El dimensionamiento se realiza de igual modo que para el caso de los codos horizontales.

10.4. Conducciones enterradas con pendiente

Aquellas conducciones en zanja que superen una determinada pendiente presentan un serio riesgo de que se produzcan deslizamientos de la tubería. En la mayoría de los casos se evita este inconveniente colocando sujeciones de hormigón alrededor del tubo o del accesorio, lo cual también impide el desplazamiento del material de relleno y el erosionado por tanto de la tubería (ver figura 26).

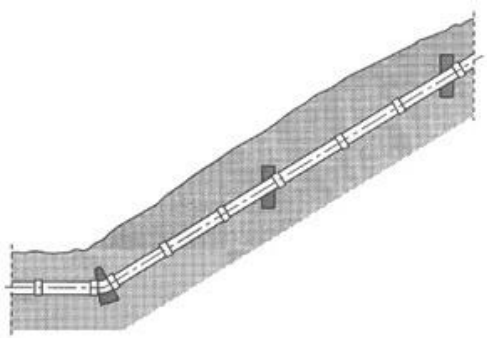


Fig. 26 Conducción en pendiente anclada con bloques de hormigón

Se recomienda que en pendientes comprendidas entre un 20 y un 50 % se coloquen bloques de hormigón a una distancia D en metros que será:

$$D = 100 / \text{Pendiente (\%)}$$

Por ejemplo, en una conducción donde la pendiente sea del 33 %, la distancia a la que habrá de colocarse los bloques de hormigón sería:

$$D = 100 / 33 = 3 \text{ metros}$$

En cuanto a la normativa española, la UNE TR 1046 2013 (apdo. 6) detalla los puntos en los que se hace mención a los anclajes en conducciones de materiales plásticos.

6 METODOS DE MONTAJE (UNIÓN)

6.1 Generalidades

6.1.4 Las uniones de tubos de categoría B (véase el apartado 6.1.2) no están destinadas a resistir la fuerza axial que se produce en los cambios de dirección y en las válvulas. Por consiguiente, el tubo o accesorio debe anclarse correctamente si se utilizan estas uniones.

La norma EN 1610-2016 (apdo. 8) indica lo siguiente:

8 INSTALACIÓN

8.7 Sujeción y anclaje
Cuando durante la instalación existe el riesgo de que las tuberías floten, estas deberán quedar aseguradas mediante la pertinente carga o anclaje. En el caso de tuberías de presión, si las piezas de enlace y las válvulas se instalan sin garantizar un cerrojo efectivo en la dirección longitudinal, se deberán asegurar de tal forma que se resistan las fuerzas que aparecen. Para mayor detalle véase la EN 805.

Nota – Estas fuerzas pueden alcanzar valores muy importantes.

En el caso de conducciones por gravedad puede resultar necesario anclar las piezas de enlace de forma segura, únicamente de manera temporal durante los ensayos de estanqueidad.

Las fuerzas adicionales, como las que aparecen en las tuberías suspendidas y en secciones en pendientes pronunciadas, deberán ser tenidas en consideración en la instalación, por ejemplo: disponiendo un apoyado de hormigón o mediante una caja o una barrera de

hormigón que al mismo tiempo protege frente al arrastre y a los efectos de drenaje del apoyo. Si es necesario se deben efectuar ensayos del suelo.

10.5. Complementos para las conducciones a presión de Molecor

Gasto de lubricante, limpiador y adhesivo para las tuberías.

Lubricante

Se recomienda su uso en el montaje de tubos y accesorios con unión por junta elástica.

El número de uniones por kg de lubricante son:

Lubricante para tubos PVC ORIENTADO

DN (mm)	Uniones/kg
110	76
140	54
160	46
200	34
250	30
315	25
400	17

Lubricante para tubos de PVC

DN (mm)	Uniones/kg
63	160
75	100
90	87
110	76
125	65
140	54
160	46
180	40
200	34
250	30
315	25
400	17
500	14
630	12

Limpiador

El número de uniones por litro de limpiador son:

DN (mm)	Uniones/l
16	800
20	700
25	650
32	600
40	380
50	275
63	185
75	120
90	77
110	61
125	53
140	35
160	30
180	26
200	22
250	16
315	9
400	6
500	3
630	3

Adhesivo

El número de uniones por kg de adhesivo son:

DN (mm)	Uniones/kg
16	550
20	500
25	450
32	400
40	250
50	180
63	120
75	80
90	50
110	35
125	31
140	25
160	20
180	17
200	14
250	10
315	6
400	4
500	2
630	2



10.6. Complementos para conducciones de saneamiento

Gasto de lubricante para las tuberías.

Lubricante

Se recomienda su uso en el montaje de tubos y accesorios con unión por junta elástica.
El número de uniones por kg de lubricante son:

Lubricante para
Tubos de PVC teja liso

DN (mm)	Uniones/kg
110	76
125	65
160	46
200	34
250	30
315	25
400	17
500	14

Lubricante para Tubos
Corrugados de PVC SANECOR®

DN (mm)	Uniones/kg
160	46
200	34
250	30
315	25
400	17
500	14
600	12
800	7
1.000	4
1.200	2

Lubricante para
Tubos de Drenaje

DN (mm)	Uniones/kg
110	76
160	46
200	34
250	30
315	25
400	17

10.7. Tabla de unidades

Para convertir de:	a:	multiplicar por:
PRESIÓN		
Kg/cm2	psi	14,225
bar	psi	14,50
kPa	psi	0,145
CARGA HIDROSTÁTICA		
m.c.a.	psi	1,4225
CAUDAL		
litro/seg.	gpm	15,873
m3/h	gpm	4,405
LONGITUD		
mm	in	0,0394
m	ft	3,2808
VOLUMEN		
litro	galón	0,264
m3	galón	264,2
m3	ft3	35,315
PESO		
m.c.a.	psi	1,4225

Para convertir de:	a:	multiplicar por:
PRESIÓN		
psi	Kg/cm2	0,070
psi	bar	0,069
psi	kPa	6,896
CARGA HIDROSTÁTICA		
psi	m.c.a.	0,703
CAUDAL		
gpm	litro/seg.	0,063
gpm	m3/h	0,227
LONGITUD		
in	mm	25,40
ft	m	0,3048
VOLUMEN		
galón	litro	3,785
galón	m3	0,00378
ft3	m3	0,0283
PESO		
psi	m.c.a.	0,703

Presión

kg/cm2 Kilogramo por centímetro cuadrado
psi ..... Libra por pulgada cuadrada
bar ..... bar
kPa ..... kilo Pascal

Caudal

litro/seg ..... litro por segundo
m3/h ..... metro cúbicos por hora
gpm ..... Galones por minuto (galones U.S.A.)

Longitud

mm ..... milímetro
m ..... metro
in ..... pulgada
ft ..... pié

Volumen

litro ..... litro
m3 ..... metro cúbico
ft3 ..... piés cúbico
galón ..... galón U.S.A

Peso

kg ..... Kilogramo
libra ..... Libra

Los dibujos, ilustraciones, características técnicas, así como los datos incluidos en tablas y figuras en este documento no son contractuales. Molecor se reserva el derecho de modificar las características de sus productos según las nuevas tecnologías de fabricación y la normativa vigente, con vistas a su mejora sin previo aviso.



Notas

Notas

MOLECOR

Smart water

Experiencia · Calidad · Productos diferenciados e innovadores · Gama · Soporte técnico y comercial · Servicio logístico

MOLECOR
Ctra. M-206 Torrejón-Loeches Km 3.1
28890 Loeches, Madrid, España
T: + 34 949 801 459
F: + 34 949 297 409

AENOR GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9001 ER-0440/1996

AENOR GESTIÓN AMBIENTAL ISO 14001 GA-2001/0255

CERTIFIED IQNet MANAGEMENT SYSTEM

PVC PIPES · teppfa The European Plastic Pipes and Fittings Association Channelling Performance · PVCPIPE association · VinylPlus 2030 Commitment vinyl · AseTUB Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

SANECOR AR EVAC+ adequa

T. + 34 949 801 459
F. + 34 949 297 409

TOM CCA FITTOM

T. + 34 911 337 090
F. + 34 916 682 884

sac@molecor.com www.molecor.com info@molecor.com

Molecor© Junio 2022