



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE
CONSTRUCCIÓN PARA ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO**

**CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y
ACCESORIOS**

**CÓDIGO
PAM-ET-OB-013/ANEXO D**



VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 1 DE 25

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES	2
2. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE LOCAL	2
2.1. ALMACENAMIENTO	2
2.2. TRANSPORTE LOCAL.....	2
3. ARREGLO DEL FONDO DE LA ZANJA	3
4. BAJADA DE LA TUBERÍA A LA ZANJA	3
5. UNIONES DE LOS TUBOS	4
6. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	5
6.1. INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC CON UNIÓN MECÁNICA DE CAUCHO.....	5
6.1.1. UNIÓN CON TUBERÍAS	6
6.1.2. INSTALACIÓN DE DOMICILIARIAS DE ALCANTARILLADO CON YEE Y/O YEE REDUCIDA.	6
6.1.3. ANCLAJES	6
6.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PVC PARA TUBERÍA DE ALCANTARILLADO	7
6.2. TUBERÍA DE POLIETILENO PARA ALCANTARILLADO.....	8
6.2.1. ENSAMBLE DE TUBERÍA CORRUGADA	8
6.2.2. ENSAMBLE DE DERIVACIÓN	9
6.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	10
6.3. INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE POLIETILENO PARA ACUEDUCTO	15
6.3.1. UNIÓN POR TERMOFUSIÓN	15
6.3.2. INSTALACIÓN BAJO TIERRA	17
6.3.3. EMPALMES INTERNOS Y CON LAS REDES EXISTENTES	18
7. PRUEBAS E INSPECCIONES.....	18
7.1. PRUEBAS HIDRÁULICAS PARA REDES DE ACUEDUCTO	18
7.1.1. PRUEBAS DE PRESIÓN PARA REDES DE ACUEDUCTO	19
7.1.2. DESINFECCIÓN DE LAS TUBERÍAS DE ACUEDUCTO	20
7.2. PRUEBAS HIDRÁULICAS PARA REDES DE ALCANTARILLADO	20
7.2.1. PRUEBAS DE PRESIÓN PARA IMPULSIÓN DE AGUAS SERVIDAS	20
7.2.2. PRUEBAS DE EXFILTRACIÓN.....	21
7.2.3. PRUEBAS DE INFILTRACIÓN	22
7.2.4. INSPECCIÓN CON CÁMARA	23
7.2.5. INSPECCIÓN DE DEFLEXIONES.....	23
7.3. MEDIDA Y PAGO	24
8. CRUCES SOBRE CANALES	24

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 2 DE 25

1. GENERALIDADES

SISTEMA DE ACUEDUCTO: La instalación de tuberías y accesorios comprende el transporte local de los tubos y accesorios, arreglo del fondo de zanja, bombeo de aguas, bajada de los tubos, acople correcto, uniones de tubos y accesorios, instalación de los accesorios con sus anclajes en concreto en caso de ser necesarios, prueba hidráulica, desinfección de las tuberías y entrega de los conductos en perfecto estado de funcionamiento y conectados a la red existente de acueducto. La Interventoría y/o la Gerencia de Obras podrán indicar al contratista los tramos de tubería existentes en longitud y ubicación que deben inutilizarse para prevenir la posibilidad de doble domiciliaria. Además se incluye en este numeral las indicaciones para el almacenamiento de la tubería y accesorios.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO: La instalación de tuberías y accesorios comprende el transporte local de los tubos y accesorios, arreglo del fondo de zanja, bombeo de aguas, bajada de los tubos y acople correcto, instalación de los accesorios con sus anclajes en concreto, pruebas de estanqueidad y entrega de los conductos en perfecto estado de funcionamiento y conectados a la red existente de alcantarillado. La Interventoría y/o la Gerencia de Obras indican al Contratista los tramos de tubería existentes en longitud y ubicación que deben inutilizarse para prevenir posibilidad de doble acometida. Además se incluye en este numeral las indicaciones para el almacenamiento de la tubería y accesorios

2. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE LOCAL

2.1. ALMACENAMIENTO

Proactiva Aguas de Montería S.A. E.S.P., entrega inventariado y mediante acta,



materiales tales como tuberías, accesorios, uniones y demás elementos básicos requeridos para la construcción de las redes. El sistema de bodegaje debe ser organizado por el Contratista adecuadamente, con corredores de fácil acceso para una rápida localización y evacuación de los materiales, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y/o la Interventoría.

La forma y consideraciones necesarias para el almacenamiento de los materiales, así como los cuidados de los mismos para prever su deterioro, son responsabilidad del Contratista

y debe ceñirse a lo recomendado por los fabricantes.

2.2. TRANSPORTE LOCAL

El Contratista debe transportar las tuberías y accesorios desde el sitio de almacenamiento hasta el sitio de las obras propiamente dichas, incluyendo todas las cargas, transbordos, descargues y demás manejo de los materiales hasta su instalación definitiva.

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 3 DE 25

Todos los elementos, equipos y personal requeridos para esta operación son por cuenta del Contratista.

Cualquier elemento que en el transporte sufra daños, debe ser reparado por el Contratista a su costo y a satisfacción del Interventor. No se debe llevar a cabo ninguna reparación sin permiso del Interventor, quien puede exigir que la reparación se efectúe en su presencia.

En caso de falta de una pieza o que haya necesidad de reparaciones o sustituciones por causas imputables al Contratista, éste debe entregar oportunamente a la Interventoría una lista de ellas, indicando claramente el tipo de reparaciones que sea necesario, o la pieza faltante.

El transporte local debe ser estudiado cuidadosamente por el proponente, a fin de evitar el maltrato de los materiales, rotura y desperfecto de las tuberías, materiales y accesorios.

El costo de este almacenamiento y transporte local se incluye en el precio por metro lineal de tubería instalada.



3. ARREGLO DEL FONDO DE LA ZANJA

El arreglo del fondo de la zanja, consiste en la perfilada de la superficie de apoyo, hasta dejarla perfectamente nivelada, con el fin de que el asentamiento de la tubería sea uniforme en toda su longitud.

Cuando el piso del fondo de la zanja, por características propias del terreno o por encontrarse muy pantanosa, no sea apto para colocar la tubería, a juicio del Interventor, se debe mejorar su consistencia con una capa de recebo arenoso, rajón o triturado bien apisonado, o se debe profundizar la excavación hasta encontrar piso firme; el material que se utiliza como reemplazo, debe apisonarse en capas de 0.10 m. de espesor.

4. BAJADA DE LA TUBERÍA A LA ZANJA

Los tubos antes de bajarse a la zanja deben ser limpiados interiormente de lodos y otras materias extrañas, dejándolos completamente aseados, especialmente en los extremos.

Los tubos se deben bajar de tal forma que queden lo más cerca posible de su posición definitiva, reduciendo al mínimo el manejo dentro de la zanja.



VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 4 DE 25

La tubería puede bajarse manualmente o por medio de equipos mecánicos adecuados, y en lo posible se debe evitar los golpes a los tubos contra las paredes de la zanja, que además de producirles averías, causen derrumbes y accidentes al personal.

En el caso de la tubería de polietileno (redes de acueducto), pueden unirse varios tramos fuera de la zanja y bajarse el conjunto en las longitudes que resulten más convenientes, previa apertura de la zanja y medición del tramo a colocar.

5. UNIONES DE LOS TUBOS

SISTEMA DE ALCANTARILLADO: La Interventoría vigila permanentemente las operaciones de unión de los tubos, cerciorándose que se realicen con toda la técnica y precisión recomendadas, con el propósito de disminuir las fugas o escapes.

Antes de efectuar la unión, se comprueba que los espigos, campanas, empaques de caucho y tuberías estén perfectamente limpios.

En términos generales, las uniones de las tuberías y accesorios deben realizarse de acuerdo con las guías y catálogos del fabricante.

SISTEMA DE ACUEDUCTO: La Interventoría vigila permanentemente las operaciones de unión de los tubos, cerciorándose que se realicen con toda la técnica y precisión recomendadas, con el propósito de disminuir las fugas o escapes.

Antes de efectuar la unión, para el caso de tuberías con unión mecánica (PVC, HD) se comprueba que los espigos, campanas, empaques de caucho y tuberías estén perfectamente limpios.

Para el caso de la tubería de polietileno que viene en rollos de 50 metros o tubos de 6 a 12 metros, los empalmes se pueden hacer fuera de la zanja en las longitudes que constructivamente resulten convenientes, esperando los tiempos necesarios para la pega y el enfriamiento de las pegas.

El contratista debe controlar que las derivaciones domiciliarias queden formando un ángulo cenital no menor de 45 grados.

En términos generales, las uniones de las tuberías y accesorios deben realizarse de acuerdo con las guías y

catálogos que las casas fabricantes de los diferentes tipos de tubería disponen para tal efecto. Todo de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico.



VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 5 DE 25

6. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

6.1. INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC CON UNIÓN MECÁNICA DE CAUCHO

El interior de la campana con el anillo de caucho y retenedor deben estar bien limpios, sin material extraño que pueda interferir con el ensamble adecuado del espigo final de la tubería. Igualmente el espigo debe estar limpio.



Alrededor de toda la circunferencia debe limpiarse con un trapo seco, desde el final del tubo hasta 3.0 cm después de la marca de la referencia.

Se debe lubricar el espigo final usando únicamente el lubricante recomendado por el fabricante de la tubería. Se debe cerciorar que se cubra toda la circunferencia final con una capa de lubricante equivalente a una capa de esmalte con brocha. El lubricante se puede aplicar con la mano, un trapo o una esponja.



El espigo se introduce dentro de la campana hasta que haya contacto con el anillo de caucho. Hay que mantener el alineamiento de los tramos de tubería. La campana se debe sujetar bien mientras penetra el espigo de forma tal que las uniones que ya se han efectuado no se cierren. Empujar hasta que la marca de referencia esté al haz de la campana. La tubería se puede ensamblar a mano, o con una barra y un bloque haciendo palanca. Nunca se debe golpear la tubería al ensamblarla.

Después de la instalación y lo más rápidamente posible se debe efectuar el relleno de las zanjas. Lo anterior protege a la tubería de rocas que caigan a la zanja y elimina la posibilidad de desplazamiento o de flote en caso de inundación. También elimina la erosión en el soporte de la tubería.

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 6 DE 25

A medida que se vaya atracando el tubo debe controlarse tanto el alineamiento como los niveles, con aparatos de precisión.

Se deben seguir las instrucciones del fabricante y lo ordenado por la Interventoría.

6.1.1. UNIÓN CON TUBERÍAS

Para las uniones de tubería P.V.C. unión Z, con accesorios de hierro fundido de espigo, una vez comprobada la limpieza de sus partes, se enfrenta el accesorio en la campana del tubo y se introduce hasta el tope de éste, se ajusta el alineamiento, manteniendo fijo el tubo en su sitio con material de relleno a ambos lados.

Si no hay marca para la longitud de entrada, como ocurre si se corta un tramo de tubería, debe marcarse el extremo del tubo en tal forma que el espigo penetre hasta dejar una luz entre 13 y 25 mm del fondo de la campana. Esto puede hacerse comparando con la profundidad del espigo de un tubo nuevo, o introduciendo un tubo hasta el fondo del accesorio y descontando la distancia indicada.

Si es necesario biselar un tubo durante la instalación, el ángulo debe ser de 15 grados y la profundidad del bisel debe ser igual a la mitad del espesor de la pared del tubo. Para biselar el tubo debe usarse una escofina o lima.

Si se hacen las uniones al nivel del terreno, se deben observar cuidadosamente las marcas de profundidad de entrada, después de bajar la tubería a la zanja.

Para la instalación de accesorios en tuberías P.V.C., se siguen las normas establecidas en cada caso por los fabricantes.



Para la instalación de accesorios y tuberías en Hierro Dúctil, se siguen las normas establecidas en cada caso por los fabricantes.

En caso de instalarse tubería de Polietileno, el contratista debe contar con personal capacitado, calificado y certificado por las casas fabricantes o distribuidoras en los procesos de instalación de este tipo de tuberías así como de sus accesorios. La técnica a utilizar en la unión por fusión de tuberías debe estar sujeta a los procedimientos dados por los fabricantes.

6.1.2. INSTALACIÓN DE DOMICILIARIAS DE ALCANTARILLADO CON YEE Y/O YEE REDUCIDA.

Se aplicarán las recomendaciones de los fabricantes de tubería para realizar estos ensambles entre la tubería del colector y las derivaciones en yee.

6.1.3. ANCLAJES

Cuando sean necesarios el cálculo y diseño de los bloques de anclaje debe ser realizado por el contratista con el visto bueno del Interventor teniendo en cuenta la presión hidrostática, diámetro, clase de la tubería, clase de terreno y tipo de

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 7 DE 25

accesorios. En caso de anclaje no previsto en el proyecto, su diseño lo hará el Interventor pero el contratista debe solicitarlo con la debida anticipación.

Cuando las uniones se equalicen para formar curvas, el empuje en las deflexiones horizontales puede ser contrarrestado con una buena compactación del relleno entre la unión y la pared de la zanja. No obstante para presiones altas puede ser necesaria la construcción de bloques de anclaje. Si la deflexión es vertical, tienen que utilizarse bloques de anclaje capaces de contrarrestar el empuje hacia arriba.

Los anclajes son construidos en concreto simple en proporción 1:2:2.5 o cualquier otra que garantice una resistencia a la compresión de 3500 psi, usando arena y gravilla lavadas, o de acuerdo a las especificaciones requeridas.

En términos generales, se deben construir bloques de anclaje no solo en los cambios de dirección de las tuberías, sino también en las reducciones de diámetros, en los extremos cerrados, en las válvulas e hidrantes.

Para efectos de las reparaciones a las tuberías, el concreto de los anclajes no debe cubrir las campanas de los accesorios, ni las bridas y su tornillería. En caso de requerirse que quede embebido deben engrasarse y cubrirse con plástico antes de recibir el concreto.

6.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PVC PARA TUBERÍA DE ALCANTARILLADO

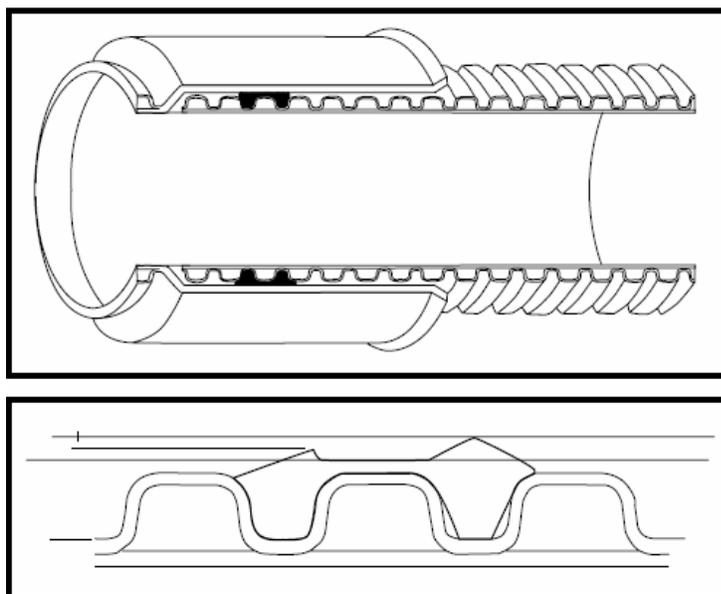
Tubería PVC Novafort Corrugada

Tubería de pared estructural, pared interior lisa y exterior corrugada, sistema de unión mecánico, campana espigo con hidrosello de caucho.

Fabricada bajo la Norma NTC 3722-1 - Tubos y Accesorios de Pared Estructural para Sistemas de Drenaje Subterráneo y Alcantarillado.

Posee una rigidez anular mínimo de 57 psi (Serie 8 KN/m²).

Métodos de Ensayo: tienen como antecedente la Norma ISO CD 9971-1 y 9971-2.



VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 8 DE 25

NORMA NTC 3722-1 S8

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Rigidez Mínima	
			Tubería PS	Anular RS
mm	mm	mm	psi	kN/m ²
110	110	99	57	8
160	160	145	57	8
200	200	182	57	8
250	250	227	57	8
315	315	284	57	8
355	355	327	57	8
400	400	362	57	8
450	450	407	57	8
500	500	452	57	8

6.2. TUBERÍA DE POLIETILENO PARA ALCANTARILLADO

6.2.1. ENSAMBLE DE TUBERÍA CORRUGADA

Línea de tubería de pared estructural en POLIETILENO, puede ensamblarse a través uniones campana espiga. Es necesario un correcto ensamble de la unión que permita el óptimo desempeño del producto. A continuación se listan los pasos a seguir para un adecuado ensamble de la junta:

- Descargar la tubería en la zanja manualmente; en caso de que se requiera usar equipo mecánico, se recomienda el uso de correas de Nylon para evitar dañar los tubos.
- Inspeccionar la integridad de la campana y eliminar cualquier rastro de suciedad.
- Lubricar la campana a fin de facilitar la inserción del espigo; utilizar un paño.
- Limpiar el espigo de la tubería.
- Instalar los cauchos de sello en la primera y segunda garganta de la espiga.
- Lubricar los sellos una vez instalados en el espigo.
- Evitar el contacto con polvo y arena de las superficies lubricadas pues esto puede comprometer la integridad de la junta.
- Introducir la espiga dentro de la campana.
- Empujar la espiga dentro de la campana.
- Ensamblar la junta utilizando el procedimiento de ajuste descrito más adelante.
- Verificar que el espigo y la campana estén ensamblados adecuadamente para garantizar el óptimo desempeño de la junta.

Tapones de Instalación

Los tapones de instalación deben ser utilizados para evitar dañar la campana de los tubos durante su instalación. Este no es necesario si no se empuja la campana directamente.

Los tapones pueden ser fabricados en sitio de acuerdo al diámetro necesario, para esto se debe:

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 9 DE 25

- Cortar una sección de tubería corrugada de cinco corrugaciones de longitud. Esta base ser cortada en el valle de la corrugación.
- Remover un segmento de la pared del tubo, de forma que permita al diámetro cerrarse para introducirse en la campana.

Ajuste con Palanca y Barra

El Procedimiento es el siguiente:

- Insertar el tapón de instalación en la campana del tubo.
- Colocar un bloque de madera atravesado sobre el tapón de instalación.
- Utilizar una barra para apalancar el tubo apoyando sobre el taco de madera y el suelo.

6.2.2. ENSAMBLE DE DERIVACIÓN

El procedimiento es el siguiente:

- Seleccionar la posición de perforación (nota 1), proyectando con la broca una perforación perpendicular a la tubería a empotrar y que la broca guía quede en la cresta del tubo.
- Realizar la perforación sujetando con firmeza el taladro para evitar posibles situaciones de riesgo así como para obtener un mejor corte en el tubo.
- Retirar los restos de corte y limpiar las virutas de la zona de corte.
- Lubricar el sello de inserción previamente a su instalación.
- Introducir el sello y alinearlos con el eje del tubo.
- Verificar que el sello esté correctamente acoplado con el tubo.
- Limpiar el sello y lubricarlo para posteriormente insertar el codo de inserción.
- Introducir el codo de inserción verificando siempre que su dirección de entrada esté en la dirección del flujo del tubo donde es insertado. (Ver nota 2).
- Proceder a limpiar las superficies de los codos antes de aplicar el pegamento, una vez determinada la posición de instalación de los mismos.
- Unir el codo de acople con el codo de inserción según la posición determinada previamente.
- Limpiar y dejar secar la unión.
- Instalar la tubería de derivación.

Nota 1: La derivación no debe ser instalada a un ángulo mayor de 45° de la clave del tubo.

Nota 2: El ángulo entre el eje del codo de derivación y el eje del tubo sobre el que se instala no debe ser mayor a 10°.

Estas variaciones permiten instalar la derivación ajustándose a las condiciones de instalación que permiten un adecuado funcionamiento del sistema.

Set de Derivación Domiciliar para Alcantarillado

Compuesto de tres elementos básicos:

- Elemento de Inserción: Un accesorio recto campana por espigo de 160 mm de diámetro fabricado en PVC diseñado para introducirse dentro del tubo principal conservando la curvatura interna del tubo.
- Elemento de Acople: Un semicodo de 160 mm de diámetro campana por espigo fabricado en PVC.
- Empaque de Inserción: Un empaque de caucho especialmente diseñado para su uso en tuberías de pared estructural.

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 10 DE 25

El set de derivación permite empalmar rápidamente una derivación domiciliar de alcantarillado al colector principal.

Inicialmente se realiza una perforación de 160 mm de diámetro al tubo principal, luego se inserta el empaque y se instala el elemento de inserción, formándose una derivación tipo tee, posteriormente se inserta el elemento de acople con el cual se puede realizar el empalme a un tubo corrugado de PE de 150 mm o a un tubo tradicional de 110 o 160 mm; para lo que se debe hacer uso de copas de acople diseñadas a tal fin, sellando la junta por medio de el empaque elastomérico para tubos corrugados de PE o por medio de cemento solvente en el caso de los tubos tradicionales.



6.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

El Polietileno

Se presenta a continuación la clasificación de los Polietilenos en función de su resistencia y de las diferentes condiciones de los ensayos, en base a lo establecido en la norma UNE-EN 12201. La clasificación adjunta es válida para todos los PE.

La resistencia a la tracción circunferencial de una tubería puede entenderse como la capacidad para resistir esfuerzos de tracción derivados de la acción de la presión interior. La resistencia a la tracción de los tubos de PE se mide a través del parámetro conocido como Esfuerzo Mínimo Requerido, MRS. Los tipos de PE utilizados para la fabricación de tubos se suelen clasificarse según su MRS, y así, según se indica en las normas españolas y europeas puede tomar los valores que se indican en la tabla adjunta, de manera que existen cuatro tipos posibles de tubos de polietileno: PE 40, 63, 80 y 100.

CLASIFICACIÓN DEL PE

RESISTENCIA A LARGO PLAZO - LCL (MPa)	ESFUERZO MÍNIMO REQUERIDO - MRS (MPa)	DENOMINACIÓN
4,00 - 4,99	4	PE 40
6,30 - 7,99	6,3	PE 63
8,00 - 9,99	8	PE 80

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 11 DE 25

10,00 - 11,19	10	PE 100
---------------	----	--------

Los anteriores valores normalizados del LCL y MRS son los que se estima tendrá el material en el largo plazo (50 años). La clasificación en base a la MRS es la que habitualmente se utiliza hoy en día para definir el tipo de PE en las tuberías, independientemente del tipo de tubería fabricada. En la práctica, MRS define el mínimo valor del esfuerzo admisible a largo plazo para el material (50 años a 23°C).

ESPECIFICACIONES PARA LA RESISTENCIA A LA PRESIÓN INTERNA

TEMPERATURA DE ENSAYO	20° C	80° C	80° C
DURACIÓN DEL ENSAYO	100 h	165 h	1000 h
PE	MPa	MPa	MPa
100	12,4	5,5	5,0
80	9,0	4,6	4,0
63	8,0	3,5	3,2
40	7,0	2,5	2,0

Los números indican los valores de la presión en MPa a los cuales se debe ajustar la muestra, con la temperatura del ensayo y para la duración prevista. A la finalización del ensayo no deben aparecer roturas.

Para los tubos de pared estructural, está indicado en la norma que la prueba de clasificación pueda realizarse sobre muestras de tubo a pared llena, que hayan sido fabricados con el mismo material.

Para la elaboración de los tubos se utiliza polietileno granulado de alta densidad (PEAD) de primera calidad cuyas características exigidas en la norma ISO 21138 se detallan a continuación:

Tolerancias de Producción

Los datos de pesos facilitados anteriormente son para los tubos de producción estándar en la clase de rigidez de anillo 4 KPa. Los valores garantizados son, además de la rigidez de anillo SN, que se obtiene de los ensayos de laboratorio sobre el tubo fabricado, los indicados en la tabla siguiente, con las respectivas tolerancias, tal y como se establece en la norma ISO 21138:

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 12 DE 25

TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE LA NORMA (mm)

DIÁMETRO EXT DN/OD (mm)	TOLERANCIA DIÁMETRO EXT (mm)	DIÁMETRO INT MIN. (mm)	ESPESOR MIN. PARED INTERNA e_5 MIN (mm)	ESPESOR MIN. ZONA SOLDADURA e_4 MIN (mm)	ALTURA MIN. CORRUGACIÓN E_C MIN (mm)
110	109,4 – 110,4	90	1,0	1,0	4,2
125	124,3 – 125,4	105	1,0	1,1	4,8
160	159,1 – 160,5	134	1,0	1,2	6,2
200	198,8 – 200,6	167	1,1	1,4	7,7
250	248,5 – 250,8	209	1,4	1,7	9,6
315	313,2 – 316,0	263	1,6	1,9	12,1
400	397,6 – 401,2	335	2,0	2,3	15,3
500	497,0 – 501,5	418	2,8	2,8	19,1
630	626,3 – 631,9	527	3,3	3,3	24,1
800	795,2 – 802,4	669	4,1	4,1	30,6
1000	994,0 – 1003,0	837	5,0	5,0	38,2
1200	1192,8 – 1203,6	1005	5,0	5,0	45,9

DN/ID (mm)	D. EXTERNO (mm)	DIÁMETRO EXT. MIN. (mm)	ESPESOR MIN. PARED INTERNA e_5 MIN (mm)	ESPESOR MIN. ZONA SOLDADURA e_4 MIN (mm)	ALTURA MIN. CORRUGACIÓN E_C MIN (mm)
300	350	347,9	1,7	2,0	13,4
400	465	462,2	2,3	2,5	17,8
500	580	576,5	3,0	3,0	22,2
600	700	695,8	3,5	3,5	26,8
800	935	929,4	4,5	4,5	35,7

Los valores del diámetro interno adoptados como estándar para todas las clases de tubos en Polietileno (en el caso de tubos normalizados externos OD) son superiores a los valores mínimos requeridos en la norma ISO 21138. Esto depende del hecho de que los diferentes tipos de rigidez se obtienen solamente a través de la modificación del espesor del corrugado y no, como en otros tipos de tubo, a través de variaciones de altura y/o paso del corrugado. En cambio, la clase SN 8 se produce actuando también sobre el espesor e_5 y por lo tanto sobre el diámetro interno, aunque las diferencias son mínimas.

Algunas variaciones pueden detectarse en los valores de los espesores, que de todos modos no influyen en la característica principal del tubo, es decir la SN, estas variaciones por las tolerancias de elaboración y por las contracciones de enfriamiento, presentes en todos los tipos de tuberías de PE. Los estándares de fabricación permiten mantener constante el valor del diámetro interno, dentro de las tolerancias normales de contracción y por lo tanto, permiten al proyectista realizar los cálculos hidráulicos sobre la base de valores reales y constantes.

Puesto que los valores de la Rigidez de anillo (SN) se obtienen a través de un ensayo de laboratorio sobre el producto, de debe poner en evidencia que todos los tubos que están por debajo del valor mínimo de clase se clasifican en la clase inferior. Por ejemplo, pertenecen a la clase SN 4 todos los tubos en los que $4 \text{ KPa} \leq \text{SN} < 8 \text{ KPa}$ y en la clase SN 8 todos los tubos en los que $8 \text{ KPa} \leq \text{SN} < 16 \text{ KPa}$.

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 13 DE 25

La tipología de las máquinas de producción, con moldes que producen un corrugado de medidas normalizadas, garantiza de todos modos el cumplimiento de las medidas indicadas.

Normativa Específica

La normativa de referencia para el tubo de polietileno está contenida en la norma ISO 21138 Parte 1 y Parte 3.

La norma UNE-EN ISO 9969 citada en este catálogo reviste particular importancia ya que constituye la base para la determinación de la rigidez de anillo y por lo tanto para la definición de la clase de rigidez SN.

Los tubos de polietileno son definidos como:

TUBO CORRUGADO COEXTRUIDO DE DOBLE PARED CON CORRUGADO ANULAR TIPO B según la norma ISO 21138.

Las normas adoptadas, además de la ya citada ISO 21138, son principalmente:

- UNE-EN ISO 9969: Tubos de materiales termoplásticos. Determinación de la rigidez de anillo.
- Normas UNE, ISO y EN incluidas en la norma ISO 21138.

En el mercado se encuentran referencias a otras normas, principalmente alemanas o americanas que, aún refiriéndose a tubos de pared estructural y siendo sustancialmente análogas, difieren en detalles bien importantes, por ejemplo, el ya citado dimensionamiento, tanto en relación al diámetro como a los espesores, la definición de la rigidez, algunos métodos de ensayo, etc. Por ejemplo, la característica principal que es la rigidez de anillo se obtiene con métodos y fórmulas similares aunque con parámetros y condiciones de ensayo diferentes.

Dada la confusión que se crea cada vez entre los valores de la deformación aplicada en el curso del ensayo (para la determinación experimental de SN) y el límite para la deformación a largo plazo del tubo instalado y en servicio, es interesante para el proyectista la precisión dada por la ASTM: "El criterio del 5% de deformación escogido arbitrariamente por conveniencia en el ensayo (3% para las normas UNE-EN ISO 9969) no debe ser considerado una limitación de la deformación en obra. El ingeniero es responsable de la definición de la deformación aceptable... [Obviamente en fase de servicio]".

Sin embargo la norma ISO 21138 indica: "... Los requerimientos para tubos, accesorios y otros componentes y las condiciones funcionales para sistemas de tubos de pared estructurada de polietileno (PE)... especifican los parámetros y los métodos de prueba para los ensayos previstos en la presente norma" y desarrolla:

- Características del material.
- Especificaciones generales sobre los tubos en términos de: aspecto, color, características geométricas, características mecánicas y características físicas.
- Especificaciones para las uniones y accesorios.
- Compatibilidad con el uso, especificaciones y ensayos.
- Rotulado.
- Especificaciones para el uso de materiales que se pueden volver a procesar y a reciclar.

Especificaciones Técnicas

El proyectista, el constructor o el cliente, público o privado, que debe solicitar o adquirir un tubo para saneamiento, debe emitir una especificación precisa apta para

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 14 DE 25

individualizar las características del tubo deseado que comprenda, además de los requisitos sobre el material base, todos los parámetros característicos del tubo mismo.

La especificación típica para tubos de pared estructural, tipo polietileno, está indicada a continuación. Esta misma comprende las referencias normativas y los datos relativos a la tipología particular del producto.

Tubería para la conducción de aguas residuales domésticas e industriales, fabricado en Polietileno (PE) con densidad $> 930 \text{ kg/m}^3$, según la norma ISO 21138.

Diámetro exterior ---- mm y diámetro interior ---- mm (normalizado OD o ID) en base a la norma ISO 21138) en barras de (6 - 12 m - o bajo pedido).

Corrugado externamente y con pared interna lisa, tipo B según ISO 21138, fabricado con doble pared mediante coextrusión, asegurando la rigidez de anillo necesaria gracias al corrugado anular.

Pared resistente con espesor $e_s \geq$ (valor de la normativa), medido en la zona del interior de la corrugación, según las especificaciones de la norma, apto para soportar una carga hidrostática mínima $h \geq$ -- m de columna de agua (permanente o eventual). Clase de Rigidez de anillo $SN \geq$ (4 - 8) KN/m² obtenida sobre muestras del producto según UNE-EN ISO 9969.

Normativas de referencias:

- ISO 21138 Parte 1 y Parte 3
- UNE-EN ISO 9969

Tuberías Corrugadas de Doble Pared en Polietileno

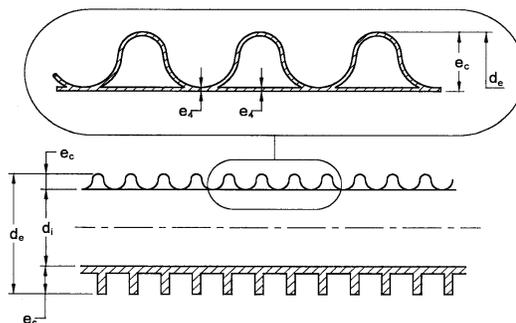


Figura 3. Ejemplos típicos de estructuras de pared de tubos Tipo B

Definiciones Geométricas

Tamaño nominal TN/DE: Tamaño nominal relacionado con el diámetro exterior.

Diámetro exterior nominal (dn): Corresponde al diámetro especificado, en milímetros asignado a un tamaño nominal (TN/DE o TN/DI).

Diámetro exterior medio (dn): Es el valor de la medición de la circunferencia mas externa del espigo del tubo en cualquier sección transversal dividido por π ($=3.1416$) redondeado al 0,1 mm superior más cercano.

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 15 DE 25

Diámetro interior medio (di): Corresponde al valor promedio de un número de mediciones del diámetro interno en la misma sección transversal de un tubo.

Espesor de pared (e4): Es el espesor en cualquier punto de la pared interna debajo de las crestas o en el valle del tubo.

Altura de la estructura (ec): Corresponde a la distancia radial entre el tope de la cresta o corrugado y la superficie interna de la pared del tubo.

Tabla 1 Dimensiones de tubos serie DN/ID según norma

Tamaño nominal TN/DI	diámetro exterior nominal D n	Diámetro exterior medio		diámetro interior medio mínimo	Espesor de pared min.	Altura de la cresta min.*	Embocadura	Peso* Kg/m
		De min.	De máx.	Di min.	e4 min	E c	A min	W
200	200	198,80	200,60	195	1,5	14,65	54	2,3 - 2,6
250	250	248,50	250,75	245	1,8	17,85	59	3,8 - 4,0
300	300	298,20	300,90	294	2,0	21,35	64	4,5 - 5,0
400	400	397,60	401,20	392	2,5	28,6	7,4	7,8 - 8,5
500	500	497,00	501,50	490	3,0	35,75	85	12 - 13
600	600	596,40	601,80	588	3,5	42,7	96	18 - 19
800	800	795,20	802,40	785	4,5	57,7	118	29 - 30

* Estas dimensiones no son consideradas en la norma y dependen de las consideraciones de diseño del fabricante del tubo.

6.3. INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE POLIETILENO PARA ACUEDUCTO

La tubería de polietileno es la más utilizada en la instalación de redes que realiza PROACTIVA AGUAS DE MONTERIA, por lo que a continuación se presentan algunas de las recomendaciones de los fabricantes para su instalación correcta. (En todo caso deben tenerse en cuenta todas las recomendaciones).

6.3.1. UNIÓN POR TERMOFUSIÓN

Es el proceso donde se combina la acción de la temperatura y la fuerza, dando como resultado dos superficies entrelazadas, depuse de un procedimiento de unión.

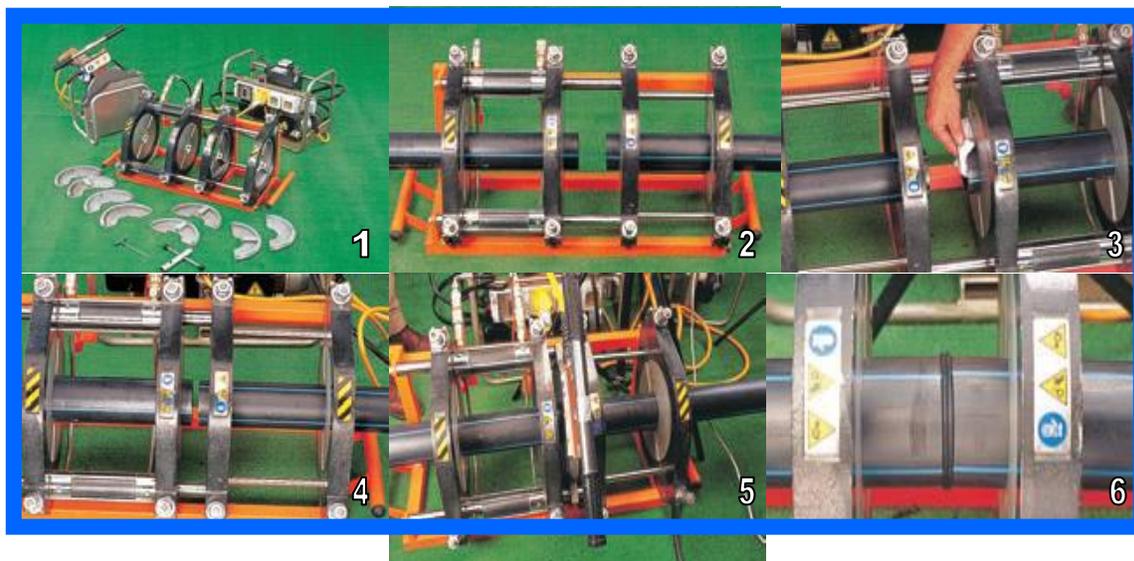
Existen tres métodos para realizar la unión por termofusión:

Termofusión a tope

Esta técnica consiste en el calentamiento de dos extremos rectos, manteniéndolos unidos a una plancha caliente, retirando la plancha cuando se obtiene la fusión del material, procediendo a la unión de los extremos por acción de una fuerza constante, manteniéndola hasta alcanzar el enfriamiento de las piezas.

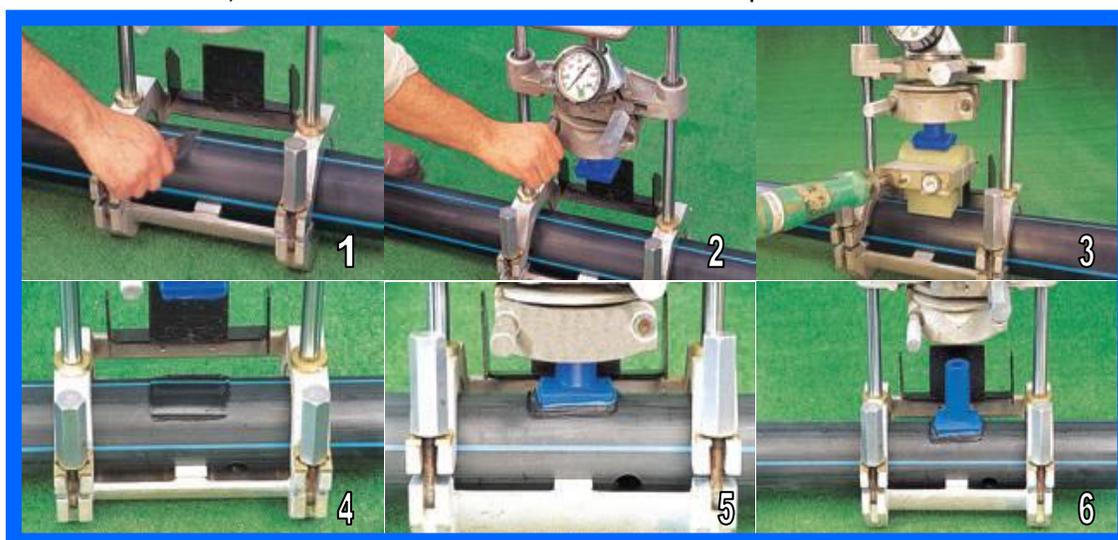
Esta técnica es recomendada en tuberías y accesorios con el mismo RDE y para diámetros mayores o iguales a 63mm o 2".

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 16 DE 25



Fusión con silleta

Esta técnica consiste en el calentamiento simultáneo de la superficie externa de la tubería y la base de una silleta, por medio de dos superficies, una cóncava y otra convexa, hasta obtener la fusión necesaria que permita su unión por acción de una fuerza constante, hasta alcanzar el enfriamiento de las piezas.



Termofusión a manguitos (socket)

Involucra el calentamiento simultáneo de la superficie externa del extremo del tubo y la superficie interna de un accesorio, retirando la plancha cuando se obtiene la fusión y procediendo a introducir el tubo en el accesorio para realizar la fusión; este método es preferencialmente utilizado en diámetros menores a 90 mm (3"), sin embargo puedes ser utilizado para diámetros mayores.

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 17 DE 25



6.3.2. INSTALACIÓN BAJO TIERRA

Fondo de la zanja

El fondo de la zanja debe ser continuo relativamente liso, libre de piedras y capaz de proveer apoyo uniforme. Donde se encuentra lechos de rocas o piedras en el suelo endurecido es aconsejable rellenar el fondo de la zanja con arena o con suelos finos compactados.

Ancho de la zanja

El ancho de la zanja en cualquier punto debe ser suficientemente ancho para proveer el espacio necesario para:

- Colocación de tubo
- Unir el tubo en las zanjas si se requiere
- Llenar y compactar a los lados del tubo dentro de la zanja

Una de las ventajas de la tubería de polietileno es que las termofusiones se hacen por fuera de las zanjas y por ende el ancho de la misma en lo posible debe ser lo suficiente para introducir únicamente el tubo minimizando el costo de obra civil en la excavación, y aumentando el rendimiento de la obras

Profundidad de la zanja

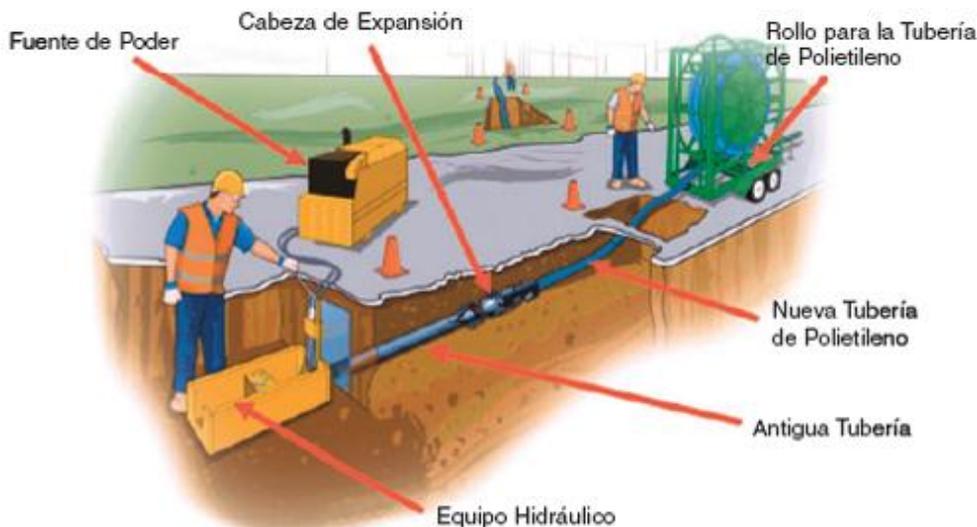
Las condiciones del suelo, el tamaño del tubo y la cubierta necesaria determinan la profundidad de la zanja. Debe colocarse suficiente cubierta para mantener los niveles de esfuerzo por debajo de los permitidos en las deflexiones de diseño.

Es fundamental la buena compactación del relleno inicial ya que por las características de flexibilidad de la tubería en el momento de hacer la prueba hidrostática se puede

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 18 DE 25

presentar desplazamientos laterales del tubo ocasionando fugas en los puntos mecánicos.

6.3.3. EMPALMES INTERNOS Y CON LAS REDES EXISTENTES



El contratista ejecuta todos los trabajos necesarios para dejar correctamente empalmadas las nuevas tuberías entre sí y con las existentes, en aquellos sitios indicados en los planos y de acuerdo con las instrucciones y autorizaciones que al respecto imparta la Interventoría.

El contratista debe coordinar con PROACTIVA AGUAS DE MONTERÍA S.A. E.S.P., y con los contratistas del grupo vecino los empalmes y los cortes necesarios en el servicio, para que no se interfiera con las pruebas hidráulicas y/o desinfección del otro grupo y para que la población del sector afectado permanezca el mínimo de tiempo posible sin la prestación del servicio cuando los empalmes son con las redes existentes.

El contratista debe informar mediante un plan acordado con la Interventoría los empalmes a realizar con mínimo 72 horas de anticipación.

El costo de empalmes internos – o sea aquellos que se realicen por sectorización para pruebas hidráulicas -se incluye en el precio por metro lineal de tubería instalada, y debe aparecer en los análisis de precios unitarios.

El costo de empalmes con redes existentes está considerado como ítem independiente.

7. PRUEBAS E INSPECCIONES

Estas pruebas se realizan para detectar fallas en las tuberías instaladas, por tanto, no se realizarán pagos de actas parciales ni finales sin la constancia de la realización de estas pruebas.

7.1. PRUEBAS HIDRÁULICAS PARA REDES DE ACUEDUCTO

Las pruebas hidráulicas tienen por objeto detectar las posibles fugas o escapes, causados por averías en los tubos, acoplamientos defectuosos de las uniones y en términos generales, fallas por instalaciones no ejecutadas correctamente. Antes de

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 19 DE 25

someter las tuberías a las pruebas, debe verificarse que las instalaciones se encuentren completamente terminadas, las tuberías debidamente soportadas, los anclajes bien colocados y fraguados y los rellenos convenientemente compactados.

Las pruebas se hacen para tramos no mayores de 500 m o circuitos de igual longitud, y se realizan a medida que avancen los trabajos. Para longitudes mayores la Interventoría podrá autorizar en terreno de acuerdo con las circunstancias. En todo caso debe establecerse una planeación adecuada por parte del contratista para la realización de las pruebas hidráulicas. Por tanto no se pagarán por aparte reexcavaciones ni rellenos adicionales por estos efectos.

7.1.1. PRUEBAS DE PRESIÓN PARA REDES DE ACUEDUCTO

Como norma general, las tuberías se someten a las presiones definidas por la Interventoría, sin exceder la presión de trabajo específica para la correspondiente clase de tubería.

El equipo para prueba, debe constar de una bomba de presión manual o mecánica de la capacidad adecuada según los diámetros de la tubería.

Cuando el tramo que se va a probar, no pueda aislarse por medio de válvulas, se deben instalar tapones en los extremos, que se acúñen adecuadamente por medio de gatos hidráulicos u otro mecanismo como listones de mangle, tablonces de madera, o

cualquier restricción, según el diámetro y tipo de tubería, para contrarrestar el empuje causado por la presión de prueba.

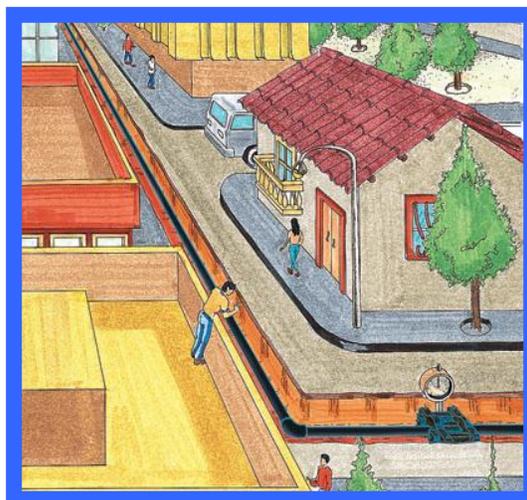
La tubería se llena de agua con una anticipación a la prueba no superior de 24 horas, durante las cuales debe expulsarse el aire por medio de ventosas, hidrantes o perforaciones ejecutadas en las partes altas y en los extremos taponados.

La presión de prueba medida con logger o manómetro calibrado, se mantiene por el tiempo necesario para comprobar que todos los componentes de la instalación funcionen correctamente, pero de todas maneras dicho período de tiempo no debe ser inferior a una hora.

En términos generales, para la prueba de presión, además de las normas anotadas, deben tenerse en cuenta las estipuladas en cada caso por los fabricantes de las tuberías.

Durante la prueba, todos los tubos que resultaren rotos deben ser reemplazados por los contratistas. De la misma manera, las uniones que presenten escapes deben ser ajustadas siguiendo los métodos más indicados para tal efecto; de no ser posible, se desmontaran y reinstalaran. Una vez que sean ejecutadas las reparaciones del caso, las pruebas se repiten las veces que sean necesarias, hasta cuando el Interventor de su aceptación.

El costo de esta actividad se incluye en el precio por metro lineal de tubería instalada, y debe aparecer en los análisis de precios unitarios.



VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 20 DE 25

Las presiones mínimas usadas para las pruebas son: (para Polietileno, PVC ,H.D.) 70 m.c.a.

7.1.2. DESINFECCIÓN DE LAS TUBERÍAS DE ACUEDUCTO

Ejecutadas las pruebas hidráulicas y antes de entregar al servicio las instalaciones, se procede a la limpieza total y efectiva de las tuberías, para ello se procederá a dejar durante el tiempo que sea necesario la descarga de agua verificando que al final no tenga impurezas y por último la desinfección de las tuberías.

Por tramos, las tuberías se lavan convenientemente con chorros de agua, hasta eliminar todos los sedimentos y dejarlas completamente limpias.

La desinfección se hace preferentemente a base de hipoclorito granulado (HTH), con un contenido de cloro de 70% disponible.

De igual manera se puede realizar la desinfección, empleando cloro gaseoso, que se aplica directamente desde el depósito de cloro, por medio de una llave de incorporación que puede ser la misma empleada para las pruebas de presión. Mientras se aplica el cloro con la presión del depósito, la presión del agua debe mantenerse al mínimo. Durante la inyección del cloro, debe permitirse la salida del agua por el extremo de la tubería, en donde se toman muestras consecutivas hasta que el ensayo con la ortotolidina, arroje un intenso color anaranjado.

Las soluciones, por cualquiera de los métodos empleados, deben tener una concentración no inferior a 50 miligramos de cloro por litro y debe permanecer en contacto con la red por lo menos 24 horas.

Después de las 24 horas las tuberías se lavan nuevamente, usando agua potable.

Las operaciones de desinfección se repiten las veces que sean necesarias, hasta la obtención de resultados satisfactorios, a juicio y en presencia de la Interventoría, sin los cuales no se autorizaran los empalmes a la red existente. Se debe tomar fotos para registros de la misma.

En caso de ser necesarios el contratista debe tener un kit para medir la concentración de cloro residual en la tubería.

7.2. PRUEBAS HIDRÁULICAS PARA REDES DE ALCANTARILLADO

7.2.1. PRUEBAS DE PRESIÓN PARA IMPULSIÓN DE AGUAS SERVIDAS

Aplica únicamente para líneas de impulsión de aguas servidas.

Como norma general, las tuberías se deben someter a una presión de 1.5 veces la presión máxima de servicio del tramo en prueba, sin exceder la presión de trabajo específica para la correspondiente clase de tubería.

El equipo para prueba, consta de una bomba de presión manual o mecánica de la capacidad adecuada según los diámetros de la tubería, un medidor adecuado al rango de caudales a manejar, una válvula de retención y manómetro.

Cuando el tramo que se va a probar, no pueda aislarse por medio de válvulas, se deben instalar tapones en los extremos, que se acuñen adecuadamente por medio de gatos hidráulicos, para contrarrestar el empuje causado por la presión de prueba.

La tubería se llena de agua lentamente con una anticipación a la prueba que garantice la estabilización de la instalación (de 3 a 24 horas se recomienda), durante las cuales debe expulsarse el aire por medio de válvulas ejecutadas en las partes altas y en los extremos taponados.

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 21 DE 25

La presión de prueba se mantiene por el tiempo necesario para comprobar que todos los componentes de la instalación funcionen correctamente, pero de todas maneras dicho período de tiempo no debe ser inferior a cuatro horas.

En términos generales, para la prueba de presión, además de las normas anotadas, debe tenerse en cuenta las estipuladas en cada caso por los fabricantes de las tuberías.

Durante la prueba, todos los tubos que resultaren rotos deben ser reemplazados por el Contratista. De la misma manera, las uniones que presentaren escapes deben ser ajustadas siguiendo los métodos más indicados para tal efecto; de no ser posible, deben ser desmontadas y reinstaladas. Una vez que sean ejecutadas las reparaciones del caso, las pruebas se repiten las veces que sean necesarias, hasta cuando el Interventor de su aceptación.

7.2.2. PRUEBAS DE EXFILTRACIÓN

Las pruebas de exfiltración se hace a toda la tuberías instalada por extensión de redes, antes o después de ejecutar el relleno a discreción de la Interventoría o si hay evidencia de mano de obra defectuosa en su instalación.

La longitud de tubería a probar debe ser tal, que la cabeza sobre la clave, en el extremo de la tubería aguas arriba, no sea menor de 60 cm y la cabeza sobre la clave aguas abajo no sea mayor de 1.80 m. El tubo se tapona con bolsas neumáticas o con tapones mecánicos que a la vez permitan la salida del aire cuando se esté llenando la tubería con agua. La prueba se realiza durante cuatro horas como mínimo y se debe disponer del equipo necesario para medir la cantidad de agua requerida para mantener el nivel constante durante el tiempo de la prueba.

El volumen permitido por Exfiltración será de 15 l/mm/km/día, lo cual se traduce según el diámetro, la longitud de tubería y el tiempo de prueba de la siguiente forma:

VOLUMENES PERMITIDOS POR DIAMETRO Y POR METRO DE TUBERIA		
INFILTRACION O EXFILTRACION MAXIMA PERMITIDA POR PAM: 15 l/mm/Km/día		
Volúmen Permitido: 0,000625 l/mm/m/hr		
Tiempo de Prueba: 4 hr		
Diámetro Nominal	Diámetros Internos	Volúmen Permitido/m
plg	mm	l
4	99	0,25
6	145	0,36
8	182	0,46
10	227	0,57
12	284	0,71
16	362	0,91
18	407	1,02
20	452	1,13
24	595	1,49
27	671	1,68
30	747	1,87

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 22 DE 25

Nota: Los volúmenes permitidos en esta tabla, son para diámetros internos de tuberías novarfor corrugada Pavco o Gerfor. Cualquier otro tipo de tubería se debe remitir al catálogo del proveedor y especificar el diámetro interno de esta, para calcular el Volumen Permitido/m con la Infl.Exfl.Max.Perm por Proactiva Aguas de Montería S.A. E.S.P. y dejarlo registrado en las observaciones de la prueba. Los Volúmenes permitidos hallados tanto en la tabla, como los que se calculan, son para 1.0 m de longitud, por lo que se debe multiplicar por la longitud total del tramo para determinar el volumen real de la Prueba.

$$V_{\text{permitido/m}} = \phi_{\text{interno}} * T_{\text{prueba}} * V_{\text{permitido}}$$

$V_{\text{permitido/m}}$ = Volumen permitido/m (l)

ϕ_{interno} = Diámetro Interno (mm)

T_{prueba} = Tiempo de Prueba (hr)

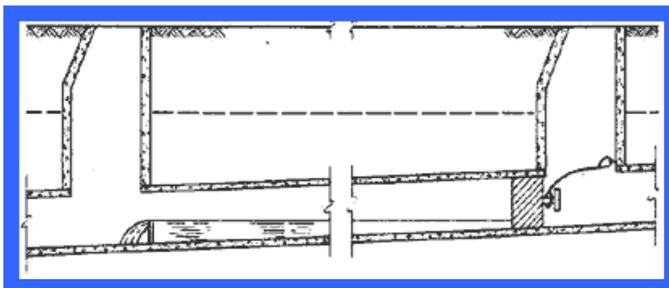
$V_{\text{permitido}}$ = Volumen Permitido (l/mm/m/hr)

Si la cantidad de filtración indica uniones defectuosas o tubos rotos, estos deben ser cambiados por el Contratista y se tiene que volver a realizar las pruebas hidráulicas hasta cuando se obtengan los resultados estipulados por la Interventoría.

7.2.3. PRUEBAS DE INFILTRACIÓN

Si durante la construcción de un sector del alcantarillado se encuentran aguas freáticas excesivas se debe hacer la prueba de infiltración bajo la supervisión de la Interventoría.

Esta prueba básicamente se realiza entre pozos consecutivos siguiendo el procedimiento descrito a continuación:



El extremo del conducto de la estructura superior debe cerrarse de manera adecuada para impedir la entrada del agua; el bombeo del agua freática se suspende por lo menos durante un período de tres días y el tramo se somete a la prueba de infiltración. La infiltración no debe pasar de los mismos rangos y valores de la exfiltración, de igual forma se puede determinar para diámetros y tiempos de prueba diferentes a los tabulados, sin incluir la longitud de las conexiones domiciliarias.

Cuando se detecte una infiltración superior a esta cantidad antes de la terminación y aceptación del tramo, éste debe ser descubierto inmediatamente por el Contratista a su propio costo, y la infiltración debe ser reducida a una cantidad menor o igual que la especificada antes de aceptar el trabajo. Sin embargo, aunque la infiltración sea mayor que el límite indicado al Contratista, él debe sellar los puntos individuales de infiltración que puedan observarse, si la Interventoría así lo ordena.

Cuando todas las pruebas hidráulicas estén aceptadas a satisfacción por la Interventoría se termina de ejecutar el relleno y apisonado de las zanjas.

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 23 DE 25

Todos los materiales, incluida el agua, los equipos, mano de obra y lo que se requiera para la ejecución de las pruebas no tienen pago por separado. Por lo tanto, todos los costos deben quedar incluidos en los precios unitarios de los respectivos ítems.

Las tuberías deben limpiarse interiormente con chorros de agua y por tramos hasta dejarlas totalmente limpias, antes de entrar en funcionamiento. En los pozos de inspección más bajos se debe retirar toda la suciedad acumulada.

7.2.4. INSPECCIÓN CON CÁMARA



Proactiva con una sonda provista con cámara de video inspeccionará todos los tramos instalados para efectos de estudiar durante la inspección y posterior a ello las imágenes captadas, para detectar la ubicación de posibles daños, deflexiones de tubería, daños de empaques, obstrucciones, etc., cualquier fenómeno que pueda generar un mal funcionamiento de la red en operación y que pueden ser causal de rechazo por la Interventoría y deben ser corregidos por el contratista a su costo y riesgo.

7.2.5. INSPECCIÓN DE DEFLEXIONES

El contratista implementará un sistema que permita la medición directa del intervalo en el que están las deflexiones de la tubería instalada. La prueba se realiza una vez las zanjas del tramo a verificar se encuentran completamente rellenas con los NTC 3877 materiales previstos en ASTM D 4161 los tipos de cimentación autorizada por la Interventoría.

Para la medición de las deflexiones se fabrican cilindros de cualquier material duro medianamente resistente de diámetro exterior igual a 100% menos el porcentaje de deflexión máximo permitido del diámetro interno de la tubería y longitud mayor o doble del diámetro así:



$$Dc = Di * (100\% - 7.5\%) : L \Rightarrow 2 Dc$$

Dc : Diámetro del cilindro

Di : Diámetro interno de la tubería está definida por el proveedor o se mide en terreno a la tubería almacenada.

L: longitud del cuerpo del cilindro.

La deflexión máxima permitida por la Interventoría de Proactiva Aguas de Montería S.A. E.S.P. en la instalación de redes de alcantarillado es de 7.5% cualquier deflexión

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 24 DE 25

mayor a esta es producto de la mala compactación lateral de la tubería, y corresponde al contratista bajo su coste y responsabilidad, la corrección de esta mediante la reexcavación y relleno apropiado (cambiando el tipo de suelo usado inicialmente para cimentar la tubería y rellenar la zanja).

7.3. MEDIDA Y PAGO

La unidad de medida de la instalación de las tuberías y accesorios a no ser que se especifique lo contrario, es el metro lineal (m) con aproximación a un decimal.

En el precio por metro lineal de tubería instalada se incluyen todos los costos de mano de obra, almacenamiento de tuberías, alquiler de equipos y demás costos directos e indirectos utilizados en las operaciones de transporte local, arreglo del fondo de la zanja, bombeo, bajada de los tubos, instalación de uniones, accesorios, construcción de anclajes, pruebas hidráulicas, lavado y desinfección de las tuberías y entrega de las instalaciones conectadas a la red existente y en perfecto estado de funcionamiento.

La reinstalación para reemplazar los tubos, o uniones, las válvulas y accesorios rotos durante las pruebas hidráulicas, son por cuenta y cargo del contratista.

Los costos de la instalación de los accesorios y construcción de los anclajes, deben incluirse en el precio unitario por metro lineal de tubería instalada. Solo se paga en ítem aparte la instalación de válvulas e hidrantes.

Todos los costos ocasionados por reparaciones, reinstalaciones y reposiciones de tubería, colectores, instalaciones eléctricas, reconstrucción de cercas y paredes etc., con el objeto de dejarlas funcionando en el estado en que se encontraban antes de la iniciación de los trabajos, son por cuenta y cargo del contratista. No obstante, para casos especiales a juicio del Interventor, la Gerencia de Obras puede determinar los costos que deban reconocerse al contratista.

Las pruebas hidráulicas se hacen las veces que sean necesarias y los costos son por cuenta del contratista sin importa el número de veces que se realicen.

En redes de acueducto, la longitud real instalada de las tuberías debe ser continua y los espacios ocupados por las válvulas no son descontados, aunque el costo de instalación de ellas se pague por otro ítem.

8. CRUCES SOBRE CANALES

En ocasiones se presentan obstáculos que interfieren las actividades normales de instalación de tubería, como es el caso de canales de aguas servidas para lo cual es necesario realizar los respectivos "cruces de canal" estos se realizaran en materiales no vulnerables como es el caso de Hierro Dúctil.

El diseño de los cruces de canal se basara en factores como:

- Presión de servicio de la tubería
- Tipos de accesorios, acampanados, bridados
- Atraques en concreto
- Válvula de expulsión de aire (ventosas)

Para el caso de tuberías y accesorios acampanados y en lo que no sea posible colocar un soporte en cada tubo, se puede instalar un tramo de hasta 12 metros para diámetros DN ≤ 600mm

VERSIÓN 03	CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	CÓDIGO PAM-ET-OB-013/ANEXO D
FECHA VIGENCIA 01/03/2012	RESPONSABLE DE APLICACIÓN JEFE DE INTERVENTORÍA	PÁGINA 25 DE 25

ATRAQUES:

Los anclajes son construidos en concreto simple en proporción 1:2:2.5 o cualquier otra que garantice una resistencia a la compresión de 3500 psi, usando arena y gravilla lavadas, o de acuerdo a las especificaciones requeridas y servirán para contrarrestar los empujes en las desviaciones del cruce (codos)



Se debe tener en cuenta la presión hidrostática, diámetro, clase de la tubería, clase de terreno y tipo de accesorios.

Cuando las uniones se ecualicen para formar curvas, el empuje en las deflexiones horizontales puede ser contrarrestado con una buena compactación del relleno entre la unión y la pared de la zanja.

Para efectos, el concreto de los anclajes no debe cubrir las campanas de los accesorios, ni las bridas y su tornillería. En caso de requerirse que quede embebido deben engrasarse y cubrirse con plástico antes de recibir el concreto.



ELABORÓ JEFE DE INTERVENTORIA	REVISÓ GERENTE DE OBRAS	APROBÓ GERENTE GENERAL
	JEFE DEL SISTEMA INTEGRAL	