

ESPECIFICACIÓN No. 0009

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE ACUEDUCTO

PARTE 1 GENERALIDADES

1.01. ALCANCE DEL TRABAJO

- A. Esta especificación cubre los requisitos que se deben seguir para el suministro e instalación, condiciones de recibo de tuberías prefabricadas y sus respectivos accesorios con el objeto de construir o renovar redes de acueducto.
- B. El suministro, transporte, cargue y descargue de todas las tuberías y accesorios, estará a cargo del CONTRATISTA.
- C. El CONTRATISTA deberá cargar las tuberías y los accesorios, almacenarlos, transportarlos, descargarlos e instalarlos de acuerdo con las indicaciones de la especificación técnica del CONTRATANTE. Serán a cargo del CONTRATISTA los costos de almacenamiento de la tubería, su vigilancia y cuidado y los costos resultantes de los daños, pérdidas y deterioro de la tubería por cualquier causa.
- D. El CONTRATISTA debe suministrar los elementos indicados en los planos para las interconexiones a desarrollar en el diseño de detalle por el CONTRATISTA.
- E. El trabajo incluirá el manejo y colocación de los tubos en los sitios de instalación. Esta parte del trabajo también comprende la unión, limpieza interior y cualquier otra operación necesaria para la correcta instalación de las tuberías con sus correspondientes pruebas.
- F. En general para las operaciones de colocación, instalación, unión y pruebas de las tuberías, piezas especiales, válvulas y accesorios, deberán observarse las instrucciones del fabricante respectivo y/o las indicadas por el CONTRATANTE.
- G. Todos los daños, pérdidas, deterioros y cuidado de la tubería y si fuere el caso, el almacenamiento de la misma dentro del área del proyecto, correrán por cuenta del CONTRATISTA. Todos los tubos o elementos que se encuentren defectuosos o presenten deterioro antes de su colocación o al realizar las pruebas, o en cualquier momento antes de la firma del Acta de Recibo a satisfacción de la obra, serán reemplazados o reparados por cuenta del CONTRATISTA.
- H. El CONTRATISTA debe garantizar la integridad del suministro y la menor incomodidad a la comunidad a lo largo de la ejecución de la obra, por esta razón, no se permite apilar tubería fuera de un lugar de almacenamiento adecuado en una longitud de tubería mayor a la que se va a instalar en el día, y en ningún caso, esta tubería apilada para instalar excederá una longitud de 50 m por día.

- I. El CONTRATISTA debe programar el orden en que descargarán las tuberías a lo largo de la línea de instalación, teniendo en cuenta el plazo para la ejecución de la obra, con el fin que la nomenclatura de los tubos y accesorios coincida con el sitio y secuencia de su instalación. La longitud definitiva depende de la tubería efectivamente instalada.
- J. Las tuberías a ser instaladas deben cumplir con los requisitos definidos en estas especificaciones.
- K. Las tuberías deben replantearse exactamente, la posición del eje deberá estar de acuerdo con los planos de construcción o el replanteo de la obra aprobado por el CONTRATANTE.

1.02. ESTANDARES DE REFERENCIA

Cuando no se haga referencia a alguna norma específica, el equipo y los elementos suministrados por el CONTRATISTA deberán cumplir los requisitos de las normas aplicables que se mencionan en el siguiente orden de prioridades:

- | | |
|------------|--|
| 1. ICONTEC | Instituto Colombiano de Normas Técnicas. |
| 2. AWWA | American Water Works Association |
| 3. ASTM | American Society for Testing and Materials |
| 4. ASME | American Society of Mechanical Engineers |
| 5. ANSI | American National Standard Institute |
| 6. AISC | American Institute of Steel Construction |
| 7. SSPC | Steel Structures Painting Council |
| 8. NACE | National Association of Corrosion Engineers |
| 9. ACI | American Concrete Institute |
| 10. PCA | Portland Cement Association |
| 11. AWS | American Welding Society |
| 12. ISO | International Organization for Standardization |

El sistema de pesas y medidas para los propósitos de la obra será el Sistema Internacional de Unidades SI, oficialmente reconocido en Colombia, el cual rige para el suministro, según la última edición autorizada por ICONTEC

1.03. CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS Y ACCESORIOS

- A. El proponente deberá cumplir con las especificaciones generales sobre normas y materiales estipuladas en esta sección de la especificación.
- B. No deben quedar dentro de las cámaras, cajas de redes telefónicas, eléctricas o pozos de inspección.
- C. No se deben flexar más de lo permitido por el fabricante de la tubería.
- D. Los empates de la tubería deben realizarse de acuerdo con las indicaciones presentadas en el plano que debe relajar el CONTRATISTA en la ejecución de la ingeniería de detalle.
- E. Concluida la instalación de la tubería debe realizarse la prueba hidráulica y la desinfección a las tuberías de acuerdo con las indicaciones mostradas en este capítulo.

- F. Deben tomarse todas las precauciones necesarias para mantener el tubo limpio y sin residuos, basura, pedazos de soldadura o de cualquier objeto extraño. Cuando por cualquier razón los trabajos de instalación de la tubería sean suspendidos, deben taponarse los extremos de la tubería instalada, caso en el cual deben tomarse las medidas para prevenir flotación en el caso de eventual inundación de la zanja
- G. La instalación de la tubería debe ser ejecutada con la verificación de las cotas de fondo de la zanja y de la clave del tubo.
- H. Cuando la tubería es instalada en pendientes altas se requerirán soportes especiales que la fijen al suelo. Estos soportes deben ser construidos de acuerdo a las indicaciones realizadas en el plano de anclajes.
- I. La instalación de tuberías en pasos aéreos se debe realizar de acuerdo con los planos del proyecto; en caso de no existir dicha información el CONTRATISTA deberá realizar el plano respectivo para aprobación por parte del CONTRATANTE (pilas de cimentación, soportes, pinturas, soldaduras pruebas hidrostáticas, entre otras).
- J. Todas las tuberías y accesorios suministrados dentro del alcance del trabajo deben ser nuevas, sin uso, adecuadamente elaborados, libres de defectos y totalmente apropiados para el uso pedido.
- K. El CONTRATISTA deberá suministrar las tuberías de acueducto, en los diámetros mostrados en los planos y en la calidad o clases determinadas en la etapa de diseño de detalle.
- L. La instalación de accesorios se hará de acuerdo con los planos que debe realizar el CONTRATISTA en la ejecución de la ingeniería de detalle y las indicaciones de EL CONTRATANTE o las instrucciones del fabricante. Cualquier accesorio que resulte averiado deberá ser reemplazado por el CONTRATISTA a su costo.

1.04. TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO

- A. El CONTRATISTA será responsable por todos los arreglos necesarios para transportar todos los elementos del suministro desde su planta de fabricación hasta los sitios de entrega. Estos arreglos incluyen el cargue y descargue en cualquier sitio de almacenamiento intermedio o punto de transferencia en la ruta de transporte, el cargue y descargue en las bodegas o patios de almacenamiento. En lo posible el suministro se dispondrá en lugares cercanos al sitio de montaje. El descargue en el sitio de montaje, el almacenamiento, trámites de aduana, seguros para cubrir todos los riesgos desde su planta de fabricación hasta los sitios de entrega y demás trámites y gestiones que sean necesarios para entregar todos los elementos del suministro a satisfacción del CONTRATANTE.
- B. Se entiende a este respecto que el CONTRATISTA tiene plenos conocimientos de las facilidades de transporte y de los requisitos exigidos por el Ministerio del Transporte y demás autoridades colombianas competentes, de las cuales deberá obtener los permisos correspondientes en caso necesario, para asegurar el puntual cumplimiento del Programa de Entregas.
- C. Los tubos deberán ser cuidadosamente manejados, despachados y almacenados, para evitar que se dañen o sufran deterioros en sus revestimientos interiores y exteriores, en las paredes y en los

extremos. El método de manejo de la tubería, deberá ser presentado por el CONTRATISTA para aprobación por parte de la INTERVENTORIA.

- D. El manejo de los tubos deberá ser realizado con equipos mecánicos de propulsión propia, dotados de fajas de caucho u otros dispositivos aprobados por la INTERVENTORIA, con el fin de no dañar el revestimiento o los extremos de éstos en el caso de tuberías de acero, hierro dúctil. La INTERVENTORIA a su criterio, podrá rechazar los equipos mecánicos de propulsión si éstos son inadecuados para las condiciones de operación. Con la debida autorización de la INTERVENTORIA también se podrán utilizar carritos sobre carrileras, pórticos con malacates, trípodes u otros accesorios autopropulsados o movidos manualmente. En el caso de tuberías de PVC, el manejo de los tubos se hará de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- E. Los tubos se apoyarán en toda su longitud, atracándolos provisionalmente con cuñas de madera revestidas en caucho o con un sistema adecuado previamente aprobado por la INTERVENTORIA.
- F. En el caso de tuberías de PVC y polietileno alta densidad el manejo de los tubos se debe efectuar de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- G. Los tubos de polietileno deben almacenarse en tramos o rollos cuidando mantener los diámetros mínimos especificados por el fabricante. No deben exponerse a los rayos solares durante largos periodos y en estos casos deben almacenarse bajo techo evitando el contacto con elementos cortantes o bordes con filos que puedan alterar su resistencia o su impermeabilidad. Igualmente debe evitarse el contacto con sustancias químicas dañinas, como halógenos, peróxidos, o su aplastamiento por acción de elementos externos.
- H. Cuando sea posible, el CONTRATISTA deberá mantener el acodamiento interior de los tubos en su sitio hasta terminar las operaciones de relleno.
- I. Antes de cualquier manejo se debe verificar que los codales de refuerzo de las extremidades de los tubos estén debidamente colocados en su sitio.
- J. Los tubos y accesorios, que resultaren con defectos o daños producidos por causa del almacenamiento o manipulación durante el cargue y transporte deberán ser reparados por el CONTRATISTA y sin ningún costo adicional para el CONTRATANTE, tampoco habrá ampliación en el plazo por este motivo.
- K. El transporte y manejo de la tubería, deberá ceñirse a lo estipulado en el Capítulo correspondiente del Manual M-11 de la AWWA.
- L. El apilamiento durante el almacenamiento se deberá realizar de acuerdo con las prácticas normales de seguridad. Para la tubería, el CONTRATISTA deberá suministrar travesaños, espaciadores y calzos adecuados para prevenir daños al tubo o al revestimiento durante el transporte y almacenamiento.

1.05. EMPAQUE Y PROTECCIÓN

- A. Las tuberías y los accesorios, deberán ser cuidadosamente preparados y/o empacados para asegurar completa protección contra daños mecánicos (golpes, caídas, etc.), deterioros, saqueo,

humedad y corrosión durante el almacenamiento en bodegas o patios cercanos a los sitios de montaje.

- B. El empaque deberá ser adecuado para garantizar la seguridad del suministro y del personal que maneje los guacales y debe estar sujeto a la inspección y aprobación de la INTERVENTORIA.
- C. El CONTRATISTA será responsable por cualquier daño debido a la inadecuada preparación de los embarques y almacenamiento.

1.06. INSTALACIÓN DE LA TUBERIA EN ZANJA

- A. El trabajo de instalación de redes de acueducto en zanja abierta incluye el manejo y colocación de los tubos en los sitios de instalación y comprende también la ejecución de la unión, la limpieza interior y cualquier otra operación necesaria para la correcta instalación de las tuberías con sus correspondientes pruebas.
- B. En general, para las operaciones de colocación, instalación, unión y pruebas de las tuberías, piezas especiales, válvulas y accesorios, deben efectuarse siguiendo las instrucciones del fabricante respectivo.
- C. Ningún tubo deberá colocarse mientras en opinión del CONTRATANTE a través de la INTERVENTORIA, las condiciones de instalación no sean adecuadas. El CONTRATISTA deberá replantear exactamente la posición del eje de la tubería de acuerdo con los planos de construcción o el replanteo de la obra aprobado por el CONTRATANTE o las indicaciones de la misma.
- D. El CONTRATISTA tomará todas las precauciones necesarias para mantener el tubo limpio y sin residuos, basura, pedazos de soldadura o de cualquier objeto extraño. Cuando por cualquier razón los trabajos de instalación de la tubería sean suspendidos, el CONTRATISTA taponará los extremos de la tubería instalada, caso en el cual deben tomarse las medidas para prevenir flotación en el caso de eventual inundación de la zanja.
- E. La instalación de la tubería deberá ser ejecutada con la verificación de las cotas de fondo de la zanja y de la generatriz externa superior (clave) del tubo; esta verificación se hará cada 20 metros o menos según lo indique la INTERVENTORIA.
- F. Las tuberías se entregarán con las tolerancias en cuanto a redondez aceptable de acuerdo con el tipo y norma de fabricación respectiva que corresponda; se requiere que el CONTRATISTA disponga en la obra de grapas o alineadores mecánicos, para facilitar la presentación, alineamiento y soldadura de las uniones.
- G. Durante las operaciones de instalación de las tuberías, en los tubos no deberán dejarse desperdicios, herramientas, trapos u otros objetos.
- H. El CONTRATISTA deberá tener en cuenta que dentro del costo de instalación de las tuberías deberá incluir los costos causados por los cargues, descargues, transportes de fabrica o bodegas a campamentos y sitios de montaje, almacenamientos y vigilancia.

1.07. ACCESORIOS PARA PRUEBA HIDROSTÁTICA DE INSTALACIÓN

- A. Como parte del suministro el CONTRATISTA deberá incluir los accesorios de tubería requeridos para efectuar la prueba hidrostática de instalación.
- B. Como mínimo un juego deberá incluir los accesorios necesarios para taponar los dos extremos de un tramo de tubería a probar, con las respectivas conexiones para manómetros y bomba.
- C. Para cada línea deberá suministrarse un juego de accesorios para prueba independientes los cuales deberán estar capacitados para resistir 1.5 veces la presión de prueba de la misma.
- D. El diseño de estos accesorios deberá permitir que sean cortados y reutilizados por lo menos para la ejecución de cinco (5) pruebas sobre diferentes tramos de la línea.

1.08. INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA

- A. Todas las tuberías, sin limitación de ningún tipo serán sometidas a inspección y prueba. Todas las tuberías, deberán ser marcadas con un código, el cual deberá corresponder con el indicado en los planos aprobados y deberá aparecer en todos los certificados de inspección y prueba.
- B. Las propiedades físicas y químicas de los materiales empleados en la fabricación de la tubería y piezas especiales serán verificadas siguiendo los procedimientos de prueba establecidos en las normas bajo las cuales la tubería y los demás elementos sean fabricados y con lo estipulado en estas especificaciones.

1.09. PRUEBAS Y CONTROL DE CALIDAD DE LA TUBERÍA Y ACCESORIOS

- A. El CONTRATANTE podrá nombrar un representante suyo para presenciar las pruebas y/o inspeccionar en fábrica de materiales objeto del suministro contratado, para lo cual el CONTRATANTE o su representante comunicarán al CONTRATISTA su decisión de asistir para acordar previamente la fecha efectiva de las pruebas y/o de inspecciones.
- B. Además de las pruebas obligatorias exigidas en las normas establecidas para cada tipo de tubería y demás ensayos que realice el CONTRATISTA a su cargo, el CONTRATANTE podrá en cualquier momento verificar la calidad de los materiales, soldaduras y acabados de la tubería y piezas especiales terminadas o en proceso de fabricación. Para las soldaduras el Contratante podrá efectuar pruebas adicionales, mediante ensayos no destructivos tales como tintas penetrantes y ultrasonido entre otros. El CONTRATISTA deberá permitir la realización de estas comprobaciones y prestar toda la colaboración y medios necesarios para que puedan ser llevados a cabo. La realización de estas pruebas no implicara costo alguno ni plazo adicional.
- C. El CONTRATISTA deberá suministrar al CONTRATANTE tres (3) copias de todos los protocolos de las pruebas certificadas de fábrica. Las copias de todos los resultados de pruebas deberán entregarse al CONTRATANTE dentro de los treinta (30) días siguientes a la fecha de realización de las mismas.
- D. La inspección del CONTRATANTE no releva al CONTRATISTA de sus obligaciones y responsabilidades con respecto al suministro.

- E. Todo elemento del suministro rechazado por deficiencia en sus materiales o por defectos de fabricación deberá ser reparado o sustituido a expensas del CONTRATISTA según lo ordene el CONTRATANTE y dentro del plazo que ella le fije.

1.10. CLASES DE MATERIAL

- A. Las tuberías para las redes de acueducto serán fabricadas en los siguientes materiales:

1. - En polietileno de alta densidad (PEAD)

1.11. NORMAS PARA EL SUMINISTRO DE ACCESORIOS

Las normas nacionales e internacionales para los materiales y procedimientos de fabricación que se mencione en este Capítulo formarán parte de estas Especificaciones en cuanto se refiere a las estipulaciones técnicas de dichas normas y se aplicará su última edición a menos que específicamente o se indique algo diferente.

Los diseños no contemplados en las normas, deberán ser realizados por el CONTRATISTA y enviados a EL CONTRATANTE para su aprobación.

Cuando no se haga referencia a alguna norma específica, el equipo y los elementos suministrados por el CONTRATISTA deberán cumplir los requisitos de las normas aplicables que se mencionan en el siguiente orden de prioridades:

- | | | |
|-----|---------|--|
| 1. | ICONTEC | Instituto Colombiano de Normas Técnicas. |
| 2. | AWWA | American Water Works Association |
| 3. | ASTM | American Society for Testing and Materials |
| 4. | ASME | American Society of Mechanical Engineers |
| 5. | ANSI | American National Standard Institute |
| 6. | AISC | American Institute of Steel Construction |
| 7. | SSPC | Steel Structures Painting Council |
| 8. | NACE | National Association of Corrosion Engineers |
| 9. | ACI | American Concrete Institute |
| 10. | PCA | Portland Cement Association |
| 11. | AWS | American Welding Society |
| 12. | ISO | International Organization for Standardization |

El suministro de los accesorios o piezas especiales deberán incluir la garantía correspondiente expedida por el fabricante certificando su calidad.

1.12. TUBERÍA CON UNIÓN ESPIGO – CAMPANA

- A. Preferencialmente la tubería con unión espigo - campana se instalará en forma que la campana quede en dirección del tendido. Con anterioridad a la instalación del espigo dentro de la campana del tubo previamente colocado, se limpiarán completamente las ranuras del espigo, el empaque de caucho y la campana. Todas las operaciones de limpieza deberán hacerse a completa satisfacción del CONTRATANTE. Luego, la ranura del espigo, el empaque de caucho y los 5 cm iniciales de la campana, se lubricarán con un compuesto de jabón vegetal suave. El empaque,

después de lubricado, se colocará dentro de la ranura del espigo y se estirará uniformemente para que el volumen de caucho quede distribuido alrededor de la circunferencia.

- B. Antes de ensamblar las uniones en tuberías de 20" de diámetro o menos, en la parte interior de la campana deberá colocarse mortero denso, consistente de una parte de cemento por una y media partes de arena. Un accesorio de retención, tal como una bola de caucho inflada, envuelta en cáñamo o material similar, se colocará en la unión para compactar el mortero y llenar completamente el espacio interior anular a medida que el mortero se comprime cuando se está introduciendo el espigo. El exceso de mortero se suprimirá retirando el accesorio de retención a través de la unión, dejando una superficie lisa y continua entre las secciones de tubería.
- C. Después de ensamblar la unión, se insertará una tira delgada de metal entre la campana y el espigo, para verificar la posición del empaque de caucho alrededor de toda la circunferencia de la unión. Si el empaque no está en posición adecuada, el tubo deberá retirarse para comprobar si el empaque está cortado o dañado, luego se efectuará la unión y nuevamente se verificará la posición del empaque.

1.13. PRUEBAS HIDROSTÁTICAS Y DESINFECCIÓN DE LA TUBERÍAS

Una vez estén instaladas, todas las tuberías y accesorios de acuerdo a los planos de diseño, se deben realizar las pruebas hidrostáticas y la desinfección de las tuberías, para luego proceder a realizar los respectivos empates con la red existente.

Las pruebas hidrostáticas se realizan con el fin de verificar que una red de acueducto funcione bajo la presión definida por el diseñador y que no presente ningún tipo de fugas o escapes más allá de los rangos de aceptación.

A. Equipos, Instrumentos y Materiales

Para la realización de la prueba hidráulica, deben suministrarse los siguientes equipos, instrumentos y materiales:

1. Bombas con capacidad suficiente para el llenado total de las tuberías.
2. Tuberías de conexión.
3. Medidor para agua potable.
4. Manómetros con precisión ± 10 kPa
5. Válvulas
6. Agua potable
7. Canecas, collares, herramientas, anclajes temporales, tapones temporales y todos los elementos de purga para la correcta ejecución de la prueba.

Los manómetros y el medidor de agua deberán estar ajustados de acuerdo con las consideraciones de las normas vigentes.

B. Preparación de la línea de prueba

1. Se deben contemplar y llevar a cabo todas las precauciones necesarias para brindar la protección adecuada del entorno del sitio de prueba, especialmente durante el desagüe de la red.
2. Durante la prueba hidráulica, se deben tener en cuenta los requerimientos de seguridad industrial para proteger al personal y a las propiedades públicas o privadas, en caso de fallar la tubería. Para lo anterior, se considerarán entre otros factores, el material y diámetro de la tubería, los accesorios, el contenido volumétrico y la presión de ensayo, la ubicación y topografía del sitio de prueba y la duración de la misma.
3. La longitud del tramo a probar estará determinada por la verificación del cumplimiento de todas las condiciones técnicas que permitan realizar la prueba de forma segura. Se deberá garantizar la seguridad de las personas, las propiedades públicas y privadas y las condiciones ambientales existentes del entorno del sitio de prueba.
4. No se permite realizar la prueba hidráulica contra válvulas. En general, se deben efectuar inicialmente pruebas sobre tramos cortos de la red. Se recomienda ensayar tramos iniciales de 500 m. Dichos tramos podrán aumentarse en longitud a medida que se obtengan pruebas satisfactorias.

C. En la determinación de las condiciones de seguridad, se debe analizar entre otros aspectos los siguientes:

1. Condiciones establecidas por el diseñador para las pruebas hidráulicas.
2. Topografía del sitio de prueba.
3. Magnitudes de las presiones de trabajo, de diseño y de las presiones de prueba en los puntos más altos y más bajos y en los puntos de control en la longitud de prueba.
4. Diámetro, material de tubería y recomendaciones del fabricante de las tuberías
5. Dimensión, material de tapones y estructuras de contención.
6. Anclajes permanentes para la red y anclajes temporales para la prueba hidráulica.
7. Especificaciones de válvulas, hidrantes y accesorios en general.
8. Equipos: bombas y elementos de medición.
9. Fuentes y sistemas de alimentación de agua potable para la ejecución de la prueba.
10. Sistema de desagüe de la línea a probar.

Si existen bloques de anclaje, debe permitirse el tiempo necesario para el curado de los bloques antes de efectuar la prueba; el tiempo mínimo será de 7 días, salvo en los casos donde se autorice la utilización de acelerantes de fraguado.

D. Método

1. Procedimiento de Prueba Hidráulica

- a. Para todos los tipos de tuberías y materiales especificados en esta norma, el procedimiento de la prueba debe ser llevado a cabo en dos pasos (ensayo preliminar y ensayo principal).
- b. Las tuberías con comportamiento visco-elástico tienen un procedimiento particular que también se presenta en esta norma.

2. Ensayo Preliminar

Los objetivos de esta parte de la prueba son:

- a. - Estabilizar la parte de la tubería a ser ensayada permitiendo la acomodación de éste y sus accesorios debido a los movimientos que se presentan durante la prueba.
- b. - Permitir la absorción suficiente de agua en las tuberías de concreto o tuberías con recubrimiento interno de mortero.
- c. - Permitir que el incremento de volumen dependiente de la presión para tuberías flexibles ocurra antes del ensayo principal.

3. El ensayo debe realizarse siguiendo los siguientes pasos previos:

- a. Verificar que las válvulas para extracción de aire estén abiertas.
- b. Verificar la correcta instalación de los anclajes y tapones, atraques y elementos de estructuras de contención de tuberías y válvulas. El anclaje del tapón ciego deberá ser calculado de acuerdo a la presión de ensayo.
- c. Instalar registros de corte, manómetros y ventosas en caso de ser necesario.
- d. Llenar la tubería con agua potable y mantenerla a la presión de trabajo de la tubería, sin exceder la presión de ensayo del sistema, entre 24 y 48 horas, de acuerdo con lo recomendado por los proveedores de la tubería, para que la superficie interior del tubo absorba agua, se expulse completamente el aire que sea contenido en el sistema, y se logre la estabilización de la línea.
- e. Aumentar la presión hasta alcanzar el valor de la presión de prueba y mantenerla durante el tiempo requerido en esta norma para localizar posibles escapes. Estos deben ser reparados inmediatamente. La línea debe ser recargada y chequeada de nuevo siguiendo el mismo procedimiento.
- f. Se recomienda llenar la línea a ensayar a una velocidad de 10% de la velocidad del flujo de diseño, comenzando desde en el punto más bajo del tramo para permitir la correcta salida del aire. Debe darse tiempo suficiente para la absorción de agua de las tuberías de concreto o tuberías con recubrimiento interno de mortero.
- g. Si el CONTRATANTE lo considera necesario, se efectuarán ensayos adicionales, hasta cuando se logre una prueba satisfactoria.

- h. Si se sospecha de cambios de posición inaceptables de cualquier parte de la tubería o aparición de fugas, la tubería debe ser despresurizada y las fallas deben ser rectificadas.
- i. La duración de esta parte del ensayo depende de los materiales de la tubería y debe ser especificada por el diseñador tomando en cuenta los estándares apropiados del producto.

4. Ensayo principal de presión

El ensayo principal de presión no debería ser empezado hasta que el ensayo preliminar, si fue especificado, y el ensayo de caída de presión, si fue especificado, hayan sido completados exitosamente.

a. Determinación de la Presión de Ensayo del Sistema (PES)

La selección de la presión de ensayo del sistema deberá cumplir las siguientes condiciones para todas las clases de tubería:

La PES se debe calcular con la siguiente fórmula:

$$\text{PES} = \text{PW} \times 1.5$$

Donde PW es la presión de trabajo. La presión de trabajo está definida como la máxima presión de operación a la cual el sistema está siendo sometido en estado continuo de servicio.

La PES no debe ser menor que el 125% de la presión de trabajo en el punto más alto de la sección de prueba. La PES debe ser como mínimo el 80% de la presión de la clase de tubería dada por el fabricante. La PES no debe ser mayor que el 110% de la presión de la clase de tubería dada por el fabricante.

Se debe tener en cuenta las recomendaciones sobre los límites para las presiones de trabajo y ensayo dadas por los fabricantes para cada tipo de tubería.

La PES no deberá superar la presión para la cual fueron diseñados los anclajes temporales y permanentes, atraques y demás elementos de contención del tramo de prueba.

El ensayo principal debe llevarse a cabo por medio del método de pérdida de agua el cual se describe a continuación.

5. Método de pérdida de agua:

Pueden ser usados dos métodos equivalentes de medición de la pérdida de agua; la medición del volumen sacado o la medición del volumen bombeado al interior, como se describe en los siguientes procedimientos:

a. Medición del volumen sacado.

Se aumenta la presión de manera estable hasta alcanzar la Presión de Ensayo del Sistema (PES).

Se mantiene la PES mediante la inyección de agua por bombeo durante periodo no inferior a 1 hora. Al cabo de este periodo, se desconecta la bomba y no debe permitirse que entre más agua en la tubería por un periodo de 1 hora o un periodo más largo, si fue especificado por el diseñador.

Al final de este periodo, se mide y registra la presión a la que se redujo; luego de bombearse agua al interior de la tubería hasta restablecer la presión a la PES; se registra mediante cualquier instrumento con el nivel de precisión requerido, la cantidad de agua bombeada para tal fin.

b. Medición del volumen bombeado al interior.

Se aumenta la presión de manera estable hasta que la presión PES sea alcanzada.

Se mantiene la PES constante con una precisión de más o menos 5 psi (34.5 kPa) mediante la inyección de agua por bombeo durante un periodo no menor a 1 hora o un periodo mayor si fue especificado por el diseñador.

Durante este periodo de ensayo debe medirse y registrarse, mediante cualquier instrumento adecuado, la cantidad de agua necesaria a ser bombeada al interior para mantener la PES.

La cantidad de agua medida por cualquiera de los dos procedimientos anteriores no debe exceder el establecido en el numeral de criterios de aceptación.

c. Ensayo principal de presión para tuberías visco-elásticas (Polietileno y Polipropileno)

Este método aplica para tuberías con comportamiento visco-elástico (tales como tuberías de polietileno y polipropileno); es basado en el hecho que el arrastre característico de los materiales no es considerados apropiadamente dentro del ensayo principal de presión descrito anteriormente. Un procedimiento especial es por lo tanto descrito abajo.

El procedimiento completo del ensayo comprende necesariamente una fase preliminar incluyendo un periodo de relajamiento, un ensayo de caída de presión integrado y una fase de ensayo principal, como se describe a continuación.

Fase Preliminar

La conclusión de la fase preliminar es una precondition para llevar a cabo la fase del ensayo principal. La intención de la fase preliminar es establecer los prerrequisitos para las alteraciones del volumen, dependientes de la presión, el tiempo y la temperatura.

Es necesario establecer la fase preliminar como sigue para evitar los resultados engañosos de la fase de ensayo principal:

Después de llenar y purgar, se debe despresurizar la tubería a la presión atmosférica y permitir la relajación por un periodo de al menos 60 min para permitir la liberación de cualquier esfuerzo relacionado con la presión. Se debe tener cuidado en evitar la entrada de aire en la sección de ensayo.

Después de este periodo de relajación, se debe aumentar la presión de forma continua y rápida (en menos de 10 min) hasta alcanzar la presión de ensayo del sistema (PES). Se debe mantener la PES por un periodo de 30 min mediante el bombeo continuo o por intervalos cortos. Durante este tiempo se debe llevar a cabo la inspección para identificar cualquier fuga obvia.

Se debe permitir otro periodo de 1 hora sin bombear durante el cual la tubería puede estirarse por el deslizamiento visco-elástico.

Se debe medir la presión remanente al final de este periodo.

En el evento de una fase preliminar exitosa debe continuarse con el procedimiento de ensayo. Si la presión desciende más del 30% de la PES, debe interrumpirse la fase preliminar y despresurizar la sección de ensayo. Deben considerarse y ajustarse las condiciones de ensayo (por ejemplo la influencia de la temperatura o la indicación de fugas). Sólo deben reanudarse los procedimientos de ensayo después de un periodo de relajación de al menos 60 min.

d. Ensayo de caída de presión integrado.

Los resultados de la fase principal del ensayo sólo pueden ser juzgados si el volumen remanente de aire en la sección de ensayo es bajo. Los siguientes pasos son necesarios:

Debe reducirse rápidamente la presión remanente actual medida al final de la fase preliminar sacando agua del sistema para producir Δp del 10% al 15% de la PES.

Medir con precisión el volumen extraído ΔV .

Calcular la pérdida permisible de agua ΔV_{max} usando la siguiente fórmula y revisando que el volumen removido ΔV no exceda el valor de ΔV_{max}

$$\Delta V_{max} = 1,2V * \Delta p((1/E_w)+(D/(e*E_R)))$$

Donde:

ΔV_{max} = Es la pérdida de agua permisible en litros.

ΔV = Es el volumen de la sección de tubería ensayada en litros.

Δp = Es la pérdida de presión medida en kilopascales.

E_w = Es el módulo de masa de agua en kilopascales. Este valor se puede tomar como 2.2 E6 kilopascales

D = Es el diámetro interno de la tubería en metros.

e = Es el espesor de pared de la tubería en metros.

E_R = Es el módulo de elasticidad de la pared de la tubería en la dirección circunferencial en kilopascales.

1.2 = Es el factor permisible (por ejemplo para contenido de aire) durante el ensayo de presión principal.

Para la interpretación de los resultados es importante usar el valor exacto de E_R considerando la temperatura y la duración del ensayo. Especialmente para diámetros más pequeños y para secciones más cortas Δp y ΔV deberán ser medidas tan precisamente como sea posible.

Si ΔV es mayor que ΔV_{max} , debe interrumpirse el procedimiento del ensayo y purgar nuevamente después que la tubería ha sido despresurizada.

e. Fase principal del ensayo

El deslizamiento visco-elástico debido al esfuerzo causado por la PES es interrumpido por el ensayo de caída de presión integrado. El rápido descenso de la presión lleva a la contracción de la tubería. Debe

observarse y registrarse por un periodo de 30 min (fase principal del ensayo) el incremento de la presión resultante de la contracción de la tubería. La fase principal es considerada como exitosa si la curva de presión muestra una tendencia de incremento y no decrece en ningún momento de este periodo de 30 min, el cual es normalmente tiempo suficiente para dar una buena indicación. Si durante ese periodo la curva de presión muestra una tendencia de caída, esto indica una fuga dentro del sistema.

En el caso de duda debe extenderse la fase principal del ensayo a 90 min. En este caso la pérdida de presión es limitada a 25 kPa a partir del máximo valor que aparezca dentro de la fase de contracción.

Si la presión cae más de 25 KPa el ensayo falla. Es aconsejable revisar todos los acoples mecánicos antes de la inspección visual de los puntos de unión o soldadura.

Debe rectificarse cualquier defecto en la instalación, revelado por el ensayo y debe repetirse el mismo. La repetición de la fase principal del ensayo puede ser hecha solamente llevando a cabo el procedimiento completo de ensayo incluyendo el periodo de relajamiento de 60 min en la fase preliminar.

f. Determinación de fugas

La prueba hidráulica se realiza con el fin de verificar el estado y calidad de la tubería instalada, los accesorios y anclajes y determinar la hermeticidad de todas las uniones.

La metodología para determinar si existen fugas en el sistema, o si las pérdidas son mayores que los valores admisibles, consta de los siguientes pasos:

Una vez la tubería está llena y ha pasado el periodo de absorción (cuando el material de la tubería lo requiera), se mantiene la presión de ensayo constante, con precisión de $\pm 0,1$ bar mediante la inyección de agua por bombeo durante los siguientes periodos:

- 1 hora para las tuberías de Diámetro Nominal DN 600 mm
- 3 horas para $600 \text{ mm} < \text{DN} < 1400 \text{ mm}$
- 6 horas para $\text{DN} > 1400 \text{ mm}$

Transcurrido este tiempo, se suspende cualquier bombeo y se deja el sistema en reposo durante 1 hora.

Luego de una 1 hora de no intervenir el sistema, se mide nuevamente la presión.

Finalmente, se mide el volumen de agua perdido por el cambio de presión utilizando cualquiera de los procedimientos descritos a continuación.

Cálculo de fugas mediante inyección de agua para recuperar la presión

En este procedimiento, se mide el volumen de agua inyectado nuevamente al sistema para restaurar el valor de la presión inicial, es decir, 1 hora antes de haber suspendido cualquier intervención del sistema

Cálculo de fugas mediante extracción de agua para igualar la presión

En este procedimiento, primero se inyecta agua bombeada para restaurar el valor de la presión inicial del sistema (la que se tenía 1 hora antes de haber suspendido cualquier intervención), y luego se mide la cantidad de agua extraída del sistema para permitir igualar la presión al final del periodo de la prueba.

Si el CONTRATANTE lo considera necesario, se efectuarán ensayos adicionales, hasta cuando se logre una prueba satisfactoria.

E. Criterio de aceptación

El CONTRATANTE considerará satisfactoria la prueba hidráulica, cuando el valor total de fuga no exceda los valores relacionados a continuación, para el tipo de tubería correspondiente:

1. Tubería de Polietileno

La fase principal es considerada como exitosa si la curva de presión muestra una tendencia de incremento y no decrece en ningún momento de este periodo de 30 min, el cual es normalmente suficiente para dar una buena indicación. Si durante ese periodo la curva de presión muestra una tendencia de caída, esto indica una fuga dentro del sistema.

2. Prueba hidráulica definitiva de la red

Cuando la prueba hidráulica se efectúe para dos o más tramos de tubería de forma parcial, por cuanto no fuere posible efectuarla de una sola vez para toda la red (por condiciones de la longitud de la red, presiones que se generarían con la prueba o aspectos de seguridad, entre otros factores), se deberá realizar la prueba hidráulica definitiva para toda la red, a la presión de trabajo durante dos horas como mínimo. Lo anterior con el fin de verificar que no se presenten fugas considerables en las uniones de los tramos utilizados para las pruebas parciales.

F. Informe de resultados

El informe de la prueba hidráulica se deberá presentar para aprobación del CONTRATANTE, para cada tramo de tubería ensayada. El informe deberá contener como mínimo los datos requeridos en el formato del anexo de la presente norma. Para su presentación y aprobación, se considerarán además las respuestas a las solicitudes adicionales de información realizadas por el CONTRATANTE.

1.14. REPARACIÓN DE ESCAPES, DAÑOS Y DEFECTOS DE INSTALACIÓN

- A. Las secciones de tuberías, válvulas, piezas especiales y accesorios que no cumplan con la prueba se considerarán defectuosas y deben reemplazarse.
- B. Cualquier trabajo requerido para cerrar los escapes y corregir defectos de instalación, lo hará el CONTRATISTA a su coste, incluyendo la remoción de rellenos y anclajes ya colocados, así como su reemplazo de manera satisfactoria. Además el CONTRATISTA asumirá todos los gastos para localizar y reparar los daños y fugas que se presenten en cualquier momento durante el período de la garantía de estabilidad, mencionada en la minuta del contrato.
- C. Después de cada reparación se repetirán las pruebas cuantas veces sea necesario, hasta que los resultados sean satisfactorios y aceptados por el CONTRATANTE.

1.15. DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS

A. Redes Nuevas

- 1. Las redes nuevas pueden estar contaminadas por aguas negras, tierra de la excavación de las zanjas, basuras, residuos de los trabajadores, materiales de construcción, animales muertos, etc. El tratamiento contra contaminación empieza en la etapa de construcción de

la red evitando cometer los anteriores y otros errores. Las tuberías y accesorios a instalar deben almacenarse cerca de la zanja con los extremos de cada tubo bien taponados para no permitir la entrada de material extraño. Los accesorios y tuberías se deben limpiar internamente antes de su montaje. Cuando no se esté adelantando el trabajo de tendido y empate de tubería, los extremos y otras partes abiertas deben quedar bien tapados mientras se reanudan las labores.

2. Si se ha acumulado agua en la zanja, se suspenderán las labores hasta que esté drenada y seca la excavación, después de lo cual se reiniciarán los trabajos. Durante este tiempo los extremos y partes abiertas de las tuberías deben permanecer taponados usando para tal efecto, materiales inertes como PVC y caucho. No se acepta el uso de materiales como estopas, bayetillas, costales, palos, etc.
3. Una vez instalada la tubería y efectuadas las pruebas hidrostáticas, se deja circular agua por las tuberías con el objeto de retirar todo el material extraño remanente, luego de lo cual se procederá a la desinfección. Para iniciarla se calcula el volumen de la tubería a desinfectar entre los puntos de entrada y salida, los cuales generalmente se escogen donde haya un hidrante o donde sea fácil introducir en la tubería el desinfectante, cortar el flujo de líquido en un momento dado y se pueda drenar la tubería cuando sea necesario. Se calcula la cantidad requerida de desinfectante para tener una concentración de por lo menos 50 mg de cloro por litro (50 g/m³). Se inicia el llenado de la tubería botando las primeras aguas para arrastrar materiales sólidos y líquidos contaminantes, luego se inicia la inyección del desinfectante, con el punto de salida abierto y drenando agua. La limpieza y arrastre iniciales con agua no sustituye las medidas preventivas iniciales (taponamiento de tubos, secado de zanjas, etc.), pues algunos depósitos formados en los tubos resisten el arrastre aún a altas velocidades y muchas de las velocidades mínimas recomendadas para ciertos materiales no se pueden alcanzar. De todas maneras, es más seguro tomar las medidas preventivas iniciales para así lograr mayor eficiencia en la etapa de desinfección.
4. A intervalos apropiados de tiempo o longitud de tubería se determina el cloro residual hasta alcanzar la concentración deseada, momento en el cual se cierran la entrada y la salida y se permite un reposo de por lo menos 24 horas. Para asegurar la desinfección de los accesorios, se accionan varias veces permitiendo el flujo de agua clorada por ellos. Se debe tener cuidado de no permitir que el agua con alta concentración de cloro se mezcle con la de la red de suministro de acueducto o que por accidente alimente alguna vivienda por la conexión domiciliaria. Durante el período de 24 horas de desinfección, el contenido de cloro no debe ser menor de 25 g/m³; en caso de presentarse contenidos menores se agregarán desinfectantes.

B. Redes Reparadas

1. Si el daño se logra arreglar sin desempatar tubería, por ejemplo con abrazaderas o algún otro método con el cual la tubería no se desocupe, no se requiere efectuar un proceso de desinfección como los indicados antes, excepto si se sospecha que alguna contaminación, por ejemplo de aguas residuales, ha alcanzado a entrar a la tubería, lo cual obliga a efectuar la desinfección de la red afectada.
2. Cuando la rotura es mayor, se incrementan los riesgos de contaminación y generalmente el sitio se inunda y queda anegado. Se procede primero a aislar el daño, si es posible se cierran

conexiones domiciliarias y se retiran las aguas del sitio para inspeccionar el motivo del daño investigando si existen aguas negras o residuos que estén contaminando el agua de la red. Si ha entrado algún material en la tubería, se permite el paso de agua para barrer la parte sólida y se descarga el agua de barrido por el punto escogido como final del daño generalmente en un hidrante. Luego se procede a desinfectar la parte afectada de la red, pero como generalmente se requiere reiniciar el suministro lo más pronto, el proceso de desinfección se puede hacer incrementando la concentración de cloro a unos 500 g/m³, con lo cual el tiempo de contacto se disminuye a media hora, luego de lo cual se drena la tubería y efectúan pruebas de cloro residual y se toman muestras para análisis bacteriológico.

3. Después de realizarse los análisis bacteriológicos y si el resultado no es satisfactorio, se repetirá el procedimiento cuantas veces sea necesario hasta que los resultados sean aceptados por el CONTRATANTE.
4. El CONTRATISTA deberá realizar todos los trabajos concernientes a la desinfección de la tubería. El CONTRATISTA puede proponer otros métodos de desinfección y su aplicación deberá ser previamente aprobada por el CONTRATANTE.

1.16. PLANOS DE TALLER

- A. Con el propósito de facilitar la instalación y cumplir con los requerimientos estipulados por el fabricante de tuberías y accesorios que requieren de cierta precisión en su instalación especialmente las de componente metálico y de garantizar su adecuado montaje y confiabilidad en su operación, el CONTRATISTA deberá realizar y suministrar los planos de taller respectivos con base en los procedimientos, recomendaciones y despieces de las tuberías y accesorios; los planos de taller deberán incluir todos los procedimientos para la instalación y especificaciones necesarias de las tuberías, codos, piezas especiales y demás elementos que intervienen en el diseño; así mismo se deberá tener en cuenta la localización, diseños geométricos del trazado de la tubería, accesorios y los detalles propios de su instalación tales como anclajes, cajas para válvulas, interconexiones con la tubería existente, elementos de fijación y demás elementos que deban ser tenidos en cuenta en su diseño e instalación.
- B. Los planos de taller elaborados y suministrados por el CONTRATISTA deberán incluir entre otros la referenciación de cada uno de sus elementos dentro del conjunto, la localización de los sitios de empalme, uniones de sus elementos y piezas especiales, la localización de las estructuras especiales que estarán dentro de la tubería, las especificaciones de los tipos de soldadura a utilizar y sus tipos de unión, las cuales deberán ir especificadas de acuerdo a sus recomendaciones y la forma en que trabajará la tubería. Así mismo, el fabricante deberá suministrar los procedimientos de instalación necesarios, materiales utilizados para su montaje y las notas y recomendaciones correspondientes para la adecuada instalación de las tuberías y sus elementos.
- C. Toda la mano de obra, materiales, procedimientos y equipos utilizados durante la construcción deberán ser supervisados por personal asignado de la Empresa fabricante quién deberá prestar toda la accesoria técnica durante el proceso de montaje e instalación de la tubería y sus accesorios, de acuerdo a la experiencia del CONTRATISTA en este tipo de instalaciones. La mano de obra, materiales y procedimientos utilizados para la elaboración de los planos de taller no tendrán medida ni pago por separado y deberá incluirse en dentro del costo del suministro e instalación de la tubería y sus accesorios.

1.17. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA EN PEAD

La tubería debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 4585 Tubos de polietileno para distribución de agua. Especificaciones. Serie métrica.

Para el caso de domiciliarias la tubería debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 3694 Plásticos. Tubos tipo CTS de polietileno.

A. Instalación de tubería de polietileno

1. Deben seguirse todas las recomendaciones indicadas en los manuales del fabricante y las definidas en las normas ICONTEC NTC 3742 Práctica normalizada para instalación subterránea de tubos termoplásticos de presión y GTC 16 - Guía para la selección, diseño e instalación de tuberías termoplásticas para agua a presión.
2. La tubería debe desenrollarse en forma tangencial, debe evitarse hacerlo en forma de espiral o generando esfuerzos innecesarios de torsión.
3. Para ejecutar el acople de los tubos, de las uniones mecánicas y de las piezas especiales como son silletas y manguitos y en general las uniones, tees, yeas, reducciones y collares de derivación se deberán seguir las instrucciones del fabricante para cada una de las alternativas de unión existentes a saber: termofusión, electrofusión o unión mecánica.
4. En la instalación de la tubería de polietileno se tendrán en cuenta las recomendaciones e instrucciones del fabricante y las indicadas por el Interventor con aprobación del CONTRATANTE.
5. Tanto la excavación de la zanja como los rellenos deberán estar de acuerdo con la norma ASTM 232; si el fondo de la zanja es inestable se recomienda colocar el material de fundación adecuado debidamente compactado. El CONTRATISTA replanteará la posición del eje de la tubería en cuanto a los alineamientos y cotas de la línea; en este tipo de tuberías la flexibilidad de la misma permite que se acomode a las deflexiones que tenga el alineamiento de la línea y a la forma del terreno.
6. Las uniones o empates podrán ser termosoldadas o soldadas mediante el equipo especial utilizado para este tipo de tuberías que garantizan un sellamiento perfecto de acuerdo a las recomendaciones y procedimientos establecidos por el fabricante. Antes y durante la instalación se tomarán todas las precauciones indispensables para mantener los tubos y accesorios limpios sin residuos que afecten la operación e higiene de la tubería. Cuando tengan que suspender los trabajos de instalación se taponarán los extremos de la tubería instalada; caso en el cual se adoptarán las medidas convenientes para evitar la flotación en caso de una eventual inundación de la zanja.
7. La tubería deberá ser adecuadamente extendida de acuerdo a las recomendaciones dadas por el fabricante. Usualmente esta tubería se transporta en rollos de 100 o 50 m según diámetro; las de mayor diámetro se transportan como una tubería convencional.
8. Para la instalación de esta tubería y accesorios se deberá utilizar personal calificado o expertos en ese tipo de trabajo, los cuales han sido certificados o aprobados por la empresa fabricante o distribuidora de sus productos; las tuberías y accesorios se unen normalmente

con equipo especial que garantiza una unión termosoldada, la cual puede ser tan resistente como el mismo material.

9. Cuando sea necesario cortar tubos, esto debe efectuarse de manera tal que el corte resultante sea limpio y exacto, sin daño del tubo, libre de irregularidades y que quede una superficie lisa a 90° con el eje del tubo o el accesorio siguiente, para así garantizar una perfecta unión entre sus elementos.
10. El fondo de la zanja se deberá dejar plano y nivelado libre de piedras como en el caso de la tubería de PVC. Así mismo deberán formarse cavidades en los sitios de las uniones y accesorios, con las dimensiones adecuadas para que no queden apoyadas directamente en el fondo de la excavación. Se deberá proveer una base sólida y uniforme con material fino tipo arena que no contenga piedras y se pueda nivelar fácilmente para apoyar la tubería en toda su longitud; cuando el material no sea adecuado se deberá utilizar para base y atraque el relleno mostrado en los planos aprobados para construcción. En rellenos en los que no se garantice un soporte firme, se cambiará el material por uno adecuado de acuerdo con las determinaciones que al respecto adopte el Interventor.

1.18. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS EN PEAD

- A. Los accesorios para tuberías de polietileno para electrofusión, termofusión o unión mecánica deben cumplir con los requisitos establecidos en una de las siguientes normas técnicas
- B. NTC 4843 Accesorios de polietileno para sistemas de suministro de agua (serie métrica).
- C. NTC 3409 Accesorios de polietileno (PE) para unión por fusión a tope con tubería de polietileno (PE)

NO APTO PARA CONSTRUCCIÓN