

NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

NCO-SE-DA-005/V2.0

**INSTALACIÓN DE TUBERIAS Y ACCESORIOS EN ZANJA
ABIERTA PARA REDES DE ACUEDUCTO**



EMCALI

Código	NCO-SE-DA-005
Estado	VIGENTE
Versión	2.0 – 29/12/2023
Fuente	GUENA – EMCALI EICE ESP – CONSTRUCCIÓN
Tipo de Documento	NORMA TECNICA DE SERVICIO
Tema	DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
Comité	TÉCNICO DE APROBACION DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Título	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS EN ZANJA ABIERTA PARA REDES DE ACUEDUCTO
---------------	--

ÍNDICE

	Pág.
<u>1.0 PROLOGO</u>	<u>5</u>
<u>2.0 OBJETO</u>	<u>6</u>
<u>3.0 ALCANCE</u>	<u>6</u>
<u>4.0 DEFINICIONES</u>	<u>6</u>
<u>5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS</u>	<u>6</u>
<u>6.0 REQUISITOS</u>	<u>8</u>
6.1 GENERALIDADES	8
6.2 MANEJO DE LAS TUBERÍAS	10
6.3 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA	11
6.3.1 Generalidades	11
6.3.2 Prueba de presión hidrostática	12
6.3.3 Lavado Preliminar	12
6.3.4 Requisitos de cloración	12
6.3.5 Lavado Final	13
6.3.6 Preparación de la mezcla	13
6.3.7 Examen bacteriológico	13
6.3.8 Instalación de tuberías	13
6.3.9 Instalación de accesorios	13
6.3.10 Instalación de válvulas	14
6.3.11 Instalación de hidrantes	14
6.3.12 Tubería de Acero	14
6.3.13 Tubería de Concreto reforzada con cilindro de acero y Tubería de Hierro Dúctil	15
6.3.14 Tubería de Policloruro de vinilo orientado (PVC-O)	15
6.3.15 Tubería en Polietileno	16
6.3.16 Tubería de Fibra de Vidrio	16
6.4 SOLDADURA DE LAS UNIONES Y RUANAS	16
6.4.1 Soldadura de las Uniones	16
6.4.1.1 Trabajo a Ejecutarse	16
6.4.1.2 Ejecución del Trabajo	16
6.4.1.3 Electrodo	17

6.4.1.4 Inspección y Pruebas	17
6.4.2 Ruanas	17
6.5 REVESTIMIENTO DE LA TUBERÍA EN CAMPO	17
6.5.1 Generalidades	17
6.5.2 Revestimiento Interno de las Uniones en Campo	18
6.5.2.1 En tubería de concreto reforzada con cilindro de acero	18
6.5.2.2 En tubería de acero	18
6.5.3 Revestimiento Externo de las Uniones en Campo	19
6.5.3.1 En tubería de concreto reforzada con cilindro de acero	19
6.5.3.2 En Tubería de Acero	19
6.5.3.3 En Tubería de Hierro Dúctil	19
6.5.4 Inspección y Pruebas del Revestimiento de las Uniones en Campo	19
6.5.4.1 En Tubería de Concreto reforzada con cilindro de acero	19
6.5.4.2 En Tubería de Acero	19
6.5.4.3 En Tubería de Hierro Dúctil	20
<u>7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>21</u>

1.0 PROLOGO

La Unidad Estratégica de los Negocios de Acueducto y Alcantarillado - UENAA ha establecido el Área Funcional Sistema de Normas y Especificaciones Técnicas para gestionar el desarrollo y la actualización de las normas y especificaciones técnicas a ser utilizadas por el personal de EMCALI EICE ESP, contratistas, consultores, usuarios y otras partes interesadas. La misión principal del área, consiste en la normalización de los procesos, productos y servicios, para estar acorde con el estado del arte tecnológico y las exigencias gubernamentales, en beneficio de los diferentes sectores que participan en el desarrollo de la infraestructura del entorno y de la comunidad en general.

La versión final de esta Norma Técnica fue revisada y aprobada a través de los Comités Técnico y de Aprobación y ordenada su Publicación y Cumplimiento conforme a la resolución de Gerencia General de EMCALI EICE ESP No. GG-001255 del 12 de Julio de 2011.

2.0 OBJETO

Definir las condiciones y requisitos para la instalación de tuberías y Accesorios de acueducto en zanja abierta.

3.0 ALCANCE

Esta norma establece los requisitos referentes a la instalación de redes de acueducto en zanja abierta para los diferentes materiales de tuberías aceptados por EMCALI EICE ESP para este tipo de instalación.

4.0 DEFINICIONES

Aplican las indicadas en la norma “NDC-PM-DA-046 Tuberías para acueducto”

4.1. SIFON INVERTIDO

Tramo de tubería el cual siempre permanece lleno de líquido actuando como obturador para impedir el paso de gases. Se denomina invertido cuando tiene forma de U y se utiliza para pasar por debajo de las obstrucciones.

4.2. RUANA

En la unión de una tubería con un niple el cual servirá de derivación de una principal cuyo material sea acero se le suelda una protección del mismo material que cubra la unión a tope.

4.3. TORQUIMETRO

Un torquímetro (también conocido como llave de torsión), es un elemento que se usa para medir la tensión en tuercas y tornillos en los cuales es importante una tensión específica. Están diseñados y ensamblados por un tipo de llave de tubo y un sistema interno que se encarga de iniciar la lectura de torque.

5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

5.1 MINISTERIO DE VIVIENDA CIUDAD Y TERRITORIO – MVCT

- La Resolución 799 de 2021, por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Agua y Saneamiento (RAS) - Resolución 0330 de 2017 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”. Versión vigente y sus posteriores actualizaciones.
- Resolución 0501 de 4 de agosto de 2017, expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. REGLAMENTO TÉCNICO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS “Por la cual se expiden los requisitos técnicos relacionados con composición química e información, que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias, que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, así como las instalaciones hidrosanitarias al interior de las viviendas y se derogan las Resoluciones 1166 de 2006 y 1127 de 2007”.

5.2 AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION.

- Cement-mortar lining for ductile-iron pipe and fittings for water. Denver: AWWA. (AWWA C104)
- Cement-mortar protective lining and coating for steel water pipe-4 in. (100mm) and larger-shopapplied. Denver: AWWA. (AWWA C205)
- Concrete pressure pipe, bar-wrapped, steel-cylindertype. Denver: AWWA. (AWWA C303)
- Concrete pressure pipe. Denver: AWWA. (AWWA M9)
- Fiberglass pipe design. Denver: AWWA. (AWWA M45)
- Installation of ductile-iron water mains and their appurtenances. Denver: AWWA. (AWWA C600)
- Liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines. Denver: AWWA. (AWWA C210)
- Polyethylene encasement for ductile-iron pipe systems. Denver: AWWA. (AWWA C105)
- PVC pipe-design and installation. Denver: AWWA. (AWWA M23)
- Stoll pipe, a guide for design and installation. (AWWA M11)
- Stoll water pipe-6 in. (150 mm) and larger. Denver: AWWA. (AWWA C200)

5.3 INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR STANDARDIZATION.

- Ductile iron pipes and fittings for pressure and non-pressure pipelines. Cement mortar lining. Ginebra: ISO. (ISO 4179)
- Ductile iron pipes. External zinc-based coating. Ginebra: ISO. (ISO 8179)
- Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water orgas applications. Ginebra: ISO. (ISO 2531)

5.4 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.

- Plásticos. Guía para la selección, diseño e instalación de sistemas de tuberías termoplástica para agua a presión. Bogotá: ICONTEC (GTC16)
- Plásticos. Prácticas para instalación subterránea de tubos de fibra de vidrio (Resina termoestable reforzada con fibra de vidrio). Bogotá: ICONTEC (NTC 3878)
- Práctica normalizada para instalación subterránea de tubos termo plásticos de presión. Bogotá: ICONTEC (NTC 3742)

5.5 EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP.

- Criterios de diseño de anclajes en redes de acueducto y alcantarillado. (NDI-SE-AA-017)
- Criterios para planes de manejo ambiental. EMCALI EICE ESP (NPL-SE-AA-023)

- Desinfección de tuberías de acueducto. EMCALI EICE ESP (NOP-SE-DA-021)
- Desmonte, limpieza, demoliciones y retiro de materiales. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-007)
- Empates de tuberías en redes de acueducto. EMCALI EICE ESP (NCO-SE-DA-011)
- Excavaciones. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-006)
- Protección de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-010)
- Prueba hidráulica en tuberías de acueducto. EMCALI EICE ESP (NDC-EN-DA-017)
- Rellenos. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-012)
- Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-AA-016)
- Requisitos mínimos de higiene y seguridad industrial para el manejo de equipos empleados en labores de construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado EMCALI EICE ESP (NPL-SE-AA-026)
- Tuberías para acueducto. EMCALI EICE ESP (NDC-PM-DA-046)

6.0 REQUISITOS

6.1 GENERALIDADES

El trabajo de instalación de redes de acueducto en zanja abierta incluye el manejo y colocación de los tubos en los sitios de instalación, incluyendo la ejecución de la unión, la limpieza interior y cualquier otra operación necesaria para la correcta instalación de las tuberías con sus correspondientes pruebas.

Las operaciones de colocación, instalación, unión y pruebas de las tuberías, piezas especiales, válvulas y accesorios, deben efectuarse siguiendo las instrucciones del fabricante respectivo y/o las indicaciones de EMCALI EICE ESP.

Las tuberías a instalarse deben cumplir con los requisitos definidos en la norma vigente de EMCALI EICE ESP "NDC-PM-DA-046 Tuberías para acueducto".

En el sitio de la obra se debe replantear exactamente la posición del eje de la tubería de acuerdo con los planos de construcción y/o el replanteo de la obra aprobado por EMCALI EICE ESP.

Deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Todos los trabajos deben realizarse teniendo en cuenta las exigencias de las normas vigentes de EMCALI EICE ESP "NPL-SE-AA-023 Criterios para planes de Manejo ambiental y "NPL-SE-AA-026 Requisitos mínimos de higiene y seguridad industrial para el manejo de equipos empleados en labores de construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado".
- Las redes de distribución de acueducto deben ir por el andén o zona verde siempre por encima de la red de alcantarillado, en caso contrario debe ser justificado para aprobación de EMCALI EICE ESP.
- No deben quedar dentro de las cámaras y/o cajas de redes telefónicas y/o eléctricas y/o cámaras de inspección.

- No se deben flectar más de las tolerancias de acuerdo con los ángulos de deflexión máximos permitidos por las características de las tuberías con base en los requisitos establecidos por el fabricante de las mismas.
- En caso de que una tubería de alcantarillado se encuentre con una de acueducto, se debe hacer un sifón invertido en la tubería de acueducto.
- Los trabajos de excavación, considerando si es el caso el manejo de aguas, deben ser realizados siguiendo las indicaciones de la norma vigente de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-006 Excavaciones". El desmonte, limpieza, demoliciones y traslado de estructuras debe hacerse de acuerdo con las indicaciones de la norma vigente de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-007 Desmonte, limpieza, demoliciones y retiro de materiales".
- Debe utilizarse el material de cimentación adecuado de acuerdo con las indicaciones de la norma vigente de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-012 Rellenos". El tipo de cimentación, la profundidad mínima de cimentación y el ancho de zanja utilizado debe estar de acuerdo con las indicaciones de la norma vigente de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AA-016 Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado".
- En los casos en los que se requiera que la tubería debe ser protegida se deben seguir las indicaciones de la norma de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-010 Protección de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado".
- Los empates de la tubería deben realizarse de acuerdo con las indicaciones de las normas vigentes de EMCALI EICE ESP "NCO-SE-DA-011 Empates de tuberías en redes de acueducto" y "ECO-SE-AA-001 Instalación de Tuberías".
- En la tubería instalada debe realizarse la prueba hidrostática y la desinfección de acuerdo con las indicaciones de las normas de EMCALI EICE ESP "NDC-EN-DA-017 Prueba hidráulica en tuberías de acueducto" y "NOP-SE-DA-021 Desinfección de tuberías de acueducto".
- Concluida la instalación de la tubería y una vez iniciado el proceso de conformación del relleno, debe colocarse una cinta preventiva de referencia de material plástico que indique la existencia de la tubería localizada a una distancia comprendida entre 0.20 m y 0.30 m por encima de la corona de la tubería. Dicha cinta debe tener un ancho igual a 10 cm y llevar escrita una leyenda que señale la presencia de la tubería y el fluido que conduce.

Deben tomarse todas las precauciones necesarias para mantener la tubería limpia 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.

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; esta verificación debe hacerse como mínimo cada 20 m. o de acuerdo con los planos del proyecto.

Las uniones bridadas deben ser colocadas de manera que los dos huecos superiores consecutivos queden en el mismo plano horizontal. Esta condición debe ser verificada mediante la aplicación de un nivel de burbuja de aire debidamente calibrado. Las bridas, cuando sean aplicadas a una derivación vertical superior deben ser cuidadosamente colocadas en posición horizontal. En este caso, el plano vertical que contiene el eje del tubo base debe pasar por el centro de la brida y a igual distancia de dos huecos consecutivos.

Los espárragos y tornillos para bridas, bridas de válvulas, etc., deben ser apretados con uniformidad de tensiones, verificando esta uniformidad mediante torquímetro para que las tensiones de apriete estén dentro de los límites especificados por los fabricantes. Para el apriete, los espárragos y tornillos deben ser grafitados con un compuesto apropiado. Las tuercas deben quedar completamente roscadas en los espárragos y tornillos; la parte roscada del espárrago y del tornillo debe sobresalir de la tuerca una longitud equivalente a la mitad del diámetro nominal de ellos como mínimo. El torque debe ser comprobado también inmediatamente después de aceptadas las pruebas de las tuberías.

Todas las soldaduras de accesorios y piezas especiales que no hayan sido probadas en la prueba hidrostática, serán revisadas mediante el procedimiento de tintas penetrantes sobre el cordón de soldadura. Deben guardarse los registros correspondientes.

Cuando la tubería es instalada en pendientes altas y/o en cambios de dirección se requerirán soportes o anclajes especiales de hormigón que actúan por reacción del suelo con la superficie de apoyo y por rozamiento del macizo con el terreno, que la fijen al suelo. Estos soportes deben ser diseñados de acuerdo con las indicaciones de la norma vigente de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AA-017 Criterios de diseño de anclajes en redes de acueducto y alcantarillado".

La instalación de tuberías en pasos aéreos se debe realizar de acuerdo con los planos del proyecto, en caso de no existir dicha información se debe solicitar un diseño aprobado por EMCALI EICE ESP (caissons y pilotes de cimentación, válvulas de ventosa sencillas o de doble acción, soportes, pinturas, soldaduras, pruebas hidrostáticas, entre otras)

6.2 MANEJO DE LAS TUBERÍAS

Se deben seguir las indicaciones propias para el manejo de las tuberías y accesorios, establecidas por el fabricante de estos.

Todos los tubos y piezas en general, deben ser manejados cuidadosamente para evitar que se dañen o sufran deterioros en sus revestimientos interiores y exteriores, atendiendo las recomendaciones de los fabricantes.

El manejo de los tubos debe ser realizado con equipos mecánicos de propulsión propia, dotados de fajas de caucho u otros dispositivos aprobados por EMCALI EICE ESP, con el fin de no dañar el reforzado con cilindro de acero o los extremos de éstos en el caso de tuberías de acero, hierro dúctil o tubería de concreto tipo CCP.

En el caso de tuberías de PVC, polietileno y fibra de vidrio el manejo de los tubos se debe efectuar de acuerdo con las instrucciones del fabricante aceptadas por EMCALI EICE ESP.

Los tubos deben apoyarse en toda su longitud, atracándolos provisionalmente con cuñas de madera revestidas en caucho o con un sistema adecuado previamente aceptado por EMCALI EICE ESP.

Los tubos de acero, hierro dúctil o tubería de concreto tipo CCP, deben moverse en sentido longitudinal solamente cuando estén convenientemente apoyados por medio de cuñas de madera revestidas con caucho sobre costales con arena o rodillos de caucho o cuando estén convenientemente suspendidos mediante fajas, trípodes, pórticos u otros accesorios provistos de ruedas para su movimiento, o cuando estén sobre carritos con ruedas sobre carrilera debidamente soportados y asegurados con cuñas de madera revestidas con caucho. Las crucetas de madera, codales o cualquier otro aditamento utilizado para el soporte provisional de los tubos sólo se deben retirar cuando el tubo esté asentado y se haya asegurado su inmovilidad.

Los tubos de polietileno deben almacenarse en tramos o rollos cuidando mantener los diámetros especificados por el fabricante. No deben exponerse a los rayos solares durante largos períodos y en estos casos deben almacenarse bajo techo o cubriéndolos con plástico o lona, 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.

Debe mantenerse el acodamiento interior de los tubos en su sitio hasta terminar las operaciones de relleno.

Antes de cualquier manejo se debe verificar que los codales de refuerzo de las extremidades de los tubos estén debidamente colocados en su sitio.

Para los almacenamientos temporales o permanentes en los sitios de instalación deben tenerse los mismos cuidados.

6.3 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA

6.3.1 Generalidades

Deben tomarse todas las precauciones necesarias para mantener la tubería limpia y sin residuos. Cuando por cualquier razón los trabajos de instalación sean suspendidos, deben taponarse los extremos de la tubería instalada.

Para la instalación de la tubería el fondo de la excavación debe estar totalmente seco. Cuando se requiera se debe hacer el mejoramiento de suelo. Deben tenerse en cuenta las indicaciones del manual de la "AWWA M23 PVC pipe-design and installation".

En la instalación de tuberías estas se colocarán partiendo de las cotas más bajas hacia las cotas más altas. Antes de iniciar la colocación, los tubos y sus accesorios serán limpiados cuidadosamente de lodos y otras materias extrañas, tanto exterior como interiormente.

Siempre que se suspenda la colocación de tubería, las bocas de los tubos deben mantenerse taponadas para evitar que entren en éstas materias extrañas. Deben tomarse todas las precauciones para evitar la entrada de agua en la zanja, con el objeto de que no se presente la flotación de las tuberías.

La tubería se colocará conforme a las cotas y alineamientos indicados en los planos que suministra EMCALI EICE ESP. No podrá hacerse ningún cambio de alineamiento o en la pendiente, sin la autorización expresa y por escrito de Interventor.

A menos que el Interventor indique lo contrario, la zanja deberá ser rellenada antes de la prueba de presión en tal forma que los accesorios queden descubiertos para permitir su referenciación.

En el caso de instalación de tuberías de diámetro mayor o igual que 12", EMCALI EICE ESP exigirá que las válvulas y accesorios sean referenciados y nivelados de acuerdo con el sistema del plano de Cali. Dicha información será verificada por la Interventoría.

La longitud de los sectores por probar separadamente, será determinada por el Interventor, quien procurará que dicha longitud no sea mayor de 1000 m. No se permitirá el uso de válvulas como elemento de separación entre los sectores de prueba.

Se harán perforaciones en los sitios altos del sector por probar para expulsar el aire durante las pruebas de presión y de estanqueidad. El sector en prueba deberá mantenerse bajo presión durante un periodo no inferior a 1 hora. Dicha presión se comprobará mediante manómetros instalados convenientemente.

6.3.2 Prueba de presión hidrostática

Al terminar la instalación de la red, EMCALI EICE ESP probará todas las tuberías colocadas, a una presión igual a 1.5 veces la presión máxima normal de trabajo.

En el caso de obras de ensanche de EMCALI EICE ESP, la demora en la ejecución de la prueba hidrostática y desinfección a partir de la fecha de su solicitud puede ser, a criterio de la Interventoría, causal de prórroga en el plazo del contrato.

Los costos de las pruebas que sean necesarias efectuar debido a daños detectados después de la primera prueba serán deducidos al liquidar las respectivas Actas.

En el caso de obras de ensanche particulares, EMCALI EICE ESP cobrará aquellas pruebas que se realicen después de la prueba hidrostática inicial. Durante la prueba a presión, se medirán los escapes en el sector de prueba por medio de un medidor instalado para tal fin.

Para la tubería de concreto reforzado con cilindro de acero, el escape permitido en las uniones no debe sobrepasar los 63 litros por pulgada de diámetro, por 1000 m de longitud en 24 horas.

Para tubería de PVC, el caudal medio de los escapes no debe sobrepasarse el valor indicado en la Tabla 1.

Tabla 1. Escapes admisibles durante las pruebas de tubería PVC

Φ (Pulgadas)	Litros por hora por 100 m
2	0.076
2 ½	0.11
3	0.16
4	0.27
6	0.59
8	1.07

Para tubería de acero, los escapes permitidos dependerán del tipo de unión. No se permitirán escapes cuando las uniones son soldadas o de tipo mecánico, es decir, con bridas.

Si la unión es de campana y espigo con empaque de caucho, se puede aceptar un escape que no pase de 25 l, por pulgada de diámetro, por 1000 m de longitud en 24 horas.

6.3.3 Lavado Preliminar

Después de las pruebas de presión, las tuberías deben lavarse hasta que el agua salga cristalina.

6.3.4 Requisitos de cloración

Después del lavado inicial, las tuberías deben desinfectarse por medio de cloro. El agente clorador debe introducirse a la tubería por medio de una llave de incorporación, que puede ser la misma instalada para las pruebas de presión. La aplicación del cloro deberá hacerse a una rata que produzca un residual de 40 a 50 partes por millón en el punto o puntos de descarga del sector.

El número y localización de estos puntos de descarga deberá ser tal que permitirá la distribución uniforme del cloro en todo el sector. El cloro deberá mantenerse en la tubería por un periodo no inferior a 24 horas.

6.3.5 Lavado Final

Después de la cloración el sector se lavará cuidadosamente hasta que el agua tenga la misma calidad que la del sistema en servicio.

6.3.6 Preparación de la mezcla

Utilizando hipoclorito de calcio, este debe disolverse primero en una cantidad de agua suficiente para formar una pasta, la cual se diluirá en agua hasta formar una solución aproximada de 2.5% (25.000 partes por millón) antes de introducirla en las tuberías.

La preparación de la solución al 2.5% requiere 1 kilo de hipoclorito (65 a 75% Cl₂) por cada 25 l de agua. EMCALI EICE ESP también podrá permitir el uso de hipoclorito de sodio y aun cloro gaseoso para la desinfección de tuberías.

6.3.7 Examen bacteriológico

La toma de muestras y los exámenes bacteriológicos, los cuales son indispensables, estarán a cargo del personal de acueducto. Si al efectuar un examen bacteriológico en una muestra tomada después de la operación de desinfección y lavado se encuentra que ella está contaminada, dicha operación se repetirá, hasta obtener resultados bacteriológicos aceptables.

6.3.8 Instalación de tuberías

Se proveerán y usarán herramientas, implementos y facilidades apropiadas y adecuadas para hacer el trabajo en forma segura y conveniente. Toda la tubería, las piezas especiales y sus accesorios serán bajados al fondo de la zanja uno a uno por medio de grúas, cables u otro equipo adecuado, en tal forma que no le ocurran daños a la tubería.

Bajo ninguna circunstancia se dejarán caer o tirarán los tubos o accesorios al fondo de la excavación.

Al bajar los tubos dentro de la zanja, se tendrá cuidado de no golpear el tubo anteriormente colocado. Se usará un cabezal de madera enfrente del tubo ya colocado, para protegerlo contra posibles daños causados por el tubo que se esté bajando.

Cuando sea necesario cortar tubos, esto se hará de tal manera que resulte un corte limpio y exacto, libre de irregularidades, y que quede una superficie lisa a noventa grados (90°) con el eje del tubo, o como se indique en los planos. Al planear su trabajo, el contratista pondrá especial cuidado para reducir el número de cortes y evitar desperdiciar tubería.

Para el corte de tuberías de hierro se utilizarán máquinas especiales con preferencia a cinceles. El plano de corte debe quedar parejo y normal al eje del tubo. Cuando no se disponga de máquinas cortadoras, el Interventor podrá autorizar el corte con arco eléctrico empleando una varilla de carbón o de acero, pero en ningún caso se usará llama de soplete oxiacetilénico para este trabajo.

6.3.9 Instalación de accesorios

Para los accesorios rigen las mismas especificaciones que para las tuberías en cuanto se refiere a la limpieza, colocación y unión.

6.3.10 Instalación de válvulas

- Salvo en casos muy especiales, las válvulas no deben quedar inclinadas. Las posiciones correctas son la vertical y la horizontal de acuerdo con el tipo de válvula.
- Las válvulas deben ser operadas antes de su instalación para asegurarse de su perfecto funcionamiento.
- Deberán ser provistas de su correspondiente apoyo.

6.3.11 Instalación de hidrantes

- Antes de su instalación debe comprobarse el correcto funcionamiento de cada hidrante.
- Los de dos boquillas en ángulo de 90° deben colocarse de manera que estas formen ángulo de 45° con el cordón, los de tres boquillas deben quedar con la boquilla mayor hacia el cordón. El hidrante debe quedar vertical y la altura de las bocas sobre el nivel del piso debe ser de 0.40 m.

El hidrante debe asegurarse en su base con un anclaje de concreto. La parte superior del hidrante se pintará de acuerdo con su descarga y siguiendo las normas internacionales así:

- Rojo descarga entre 0 y 31.5 lps (0 y 500 gpm)
- Amarillo descarga entre 31.5 y 63.0 lps (500 y 1000 gpm)
- Verde descarga de más de 63.0 lps (1000 gpm)

6.3.12 Tubería de Acero

Las tuberías y accesorios deben cumplir con la norma AWWA C-201; el acero debe ser de grado B de las especificaciones de la ASTM. EMCALI EICE ESP no permitirá el uso de tuberías de acero con diámetros menores de 24”.

Para la instalación de la tubería de acero en zanja se deben tener en cuenta las recomendaciones del manual "AWWA M11 Steel pipe, a guide for design and installation".

La tubería y piezas especiales deben tener sus extremos biselados para soldadura a tope en campo, de acuerdo con lo establecido en la Norma "AWWA C200 Steel water pipe-6 in. (150 mm) and larger".

Cuando las uniones son soldadas, una vez realizada la unión se le deberá dar interna y externamente un tratamiento de protección similar al que se le dio al tubo cuando fue fabricado.

En los extremos donde la tubería instalada se empata a la red, se deberán prever bocas de acceso (manholes) para facilitar los resanes internos una vez se haya hecho dicho empate.

Cuando dos (2) tubos son soldado, las costuras longitudinales no deberán coincidir.

La Interventoría podrá inspeccionar y probar todas o cualquiera de las soldaduras por medio de rayos X, gama ultrasonido o por cualquier otro método. En caso de inspección radiográfica se usarán las normas API (American Petroleum Institute) 1104.

Las tuberías deberán tener protección catódica, cuyo estudio y diseño deberá ser hecho por una firma especializada previamente aprobada por EMCALI EICE ESP. Estos estudios serán con cargo al Contratista y/o Urbanizador, así como el suministro e instalación de todo el equipo necesario para el sistema de protección catódica de la tubería.

6.3.13 Tubería de Concreto reforzada con cilindro de acero y Tubería de Hierro Dúctil

Para la instalación de tubería de hierro dúctil deben tenerse en cuenta las indicaciones de la norma "AWWA C600 Installation of ductile-iron water mains and their appurtenances".

Para la instalación de tubería de concreto reforzada con cilindro de acero, deben seguirse las indicaciones de la norma técnica "AWWA M9 Concrete pressure pipe".

Para la tubería de concreto reforzado con cilindro de acero, conviene indicar que los cinturones de cierre para tuberías de diámetro menor que 24" deberán estar provistos de un orificio que permita el revestimiento interno con mortero después que han sido instalados dichos cinturones.

Cuando la tubería es de diámetro igual o mayor que 24", el fabricante deberá garantizar la posibilidad de ejecutar el revestimiento interno en los sitios donde se programen cinturones de cierre, proyectando si es del caso bocas de acceso (manholes).

Bajo condiciones ordinarias de instalación de tubería de concreto reforzada con cilindro de acero el trabajo debe programarse para que el extremo de la campana de la tubería quede en dirección del tendido.

6.3.14 Tubería de Policloruro de vinilo orientado (PVC-O)

La tubería de policloruro de vinilo orientado (PVC-O) en diámetros reales entre 102 mm (4 Pulg.) hasta 305 mm (12 Pulg.), para presiones nominales de 1103 kPa (160 psi) y 1379 kPa (200 psi) que cumpla con las especificaciones de la norma "ASTM F1483 Standard specification for oriented poly(Vinyl chloride), PVCO, pressure pipe" y las pruebas establecidas en el numeral siguiente de la presente norma.

Las uniones con sellos elásticos (empaques) para tubería de PVC-O deben estar instalados en la tubería a menos que se indique lo contrario y deben cumplir con la norma "NTC 2295 Uniones con sellos elastoméricos flexibles para tubos plásticos empleados para el transporte de agua a presión".

Los accesorios para tuberías de Policloruro de Vinilo Orientado deben cumplir con las especificaciones de la norma "NTC 382. Plásticos. Tubos de Poli (Cloruro de Vinilo) (PVC) clasificados según la presión (Serie RDE)" y NTC 2536 Sello elastoméricos – empaques- para unión de tubos plásticos".

Las tuberías deben ser campana-espigo con hidrosello instalado en fábrica garantizando un adecuado ensamble en obra, evitando su desplazamiento en el proceso de ensamble en obra.

Los ensayos que deben realizarse como mínimo para determinar la calidad de la tubería de PVC-O corresponden a aquellos indicados en la norma "ASTM F1483 Standard specification for oriented poly (Vinyl chloride), PVCO, pressure pipe", particularmente los descritos a continuación:

- Dimensiones de acuerdo con la norma "ASTM D2122 Standard test method for determining dimensions of thermoplastic pipe and fittings".
- Ensayo de presión sostenida de acuerdo con las indicaciones de la norma "ASTM D1598 Standard test methods for time-to-failure of plastic pipe under constant internal pressure".
- Presión de rotura de acuerdo con las indicaciones de la norma "ASTM D1599 Standard test method for resistance to short-time hydraulic pressure of plastic pipe, tubing, and fittings".
- Aplastamiento de acuerdo con las indicaciones de la norma "ASTM F1483 Standard specification for oriented poly(Vinyl chloride), PVCO, pressure pipe".

- Resistencia al impacto de acuerdo con las indicaciones de la norma "ASTM D2444 Standard test method for determination of the impact resistance of thermoplastic pipe and fittings by means of a tup (Falling weight)".
- Ensayo de hermeticidad de acuerdo a la norma "NTC 2295 Uniones con sellos elastoméricos flexibles para tubos plásticos empleados para el transporte de agua a presión".

6.3.15 Tubería en Polietileno

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 Plásticos. Guía para la selección, diseño e instalación de tuberías termoplásticas para agua a presión".

Los rollos de tubería deben desenrollarse en forma tangencial evitando hacerlo en espiral o generando esfuerzos innecesarios de torsión; de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y al certificado de conformidad del producto.

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, yees, reducciones y collares de derivación se deben seguir las instrucciones del fabricante para cada una de las alternativas de unión existentes a saber: termofusión, electrofusión o unión mecánica. Se debe exigir el certificado de calibración de los equipos de medición expedido por un laboratorio acreditado por la superintendencia de Industria y Comercio.

6.3.16 Tubería de Fibra de Vidrio

Para el manejo, transporte, almacenamiento e instalación de las tuberías de fibra de vidrio (incluyendo acople, uniones y de piezas especiales) deben seguirse todas las recomendaciones del fabricante y las indicaciones de las normas "NTC 3878 Plásticos. Prácticas para la instalación subterránea de tubos de fibra de vidrio (Resina termoestable reforzada con fibra de vidrio)" y "AWWA M45 Fiberglass pipe design".

6.4 SOLDADURA DE LAS UNIONES Y RUANAS

6.4.1 Soldadura de las Uniones

Las soldaduras que se requieran para el montaje de las tuberías de acero y de concreto reforzado con cilindro de acero, deben hacerse durante la instalación, a la mayor brevedad posible y a más tardar dentro de las 24 horas siguientes a la presentación de los extremos de los tubos a unir.

Todos los detalles del procedimiento, métodos empleados y calidad certificada de los soldadores para llevar a cabo las soldaduras de las uniones, deben tener la aprobación de EMCALI EICE ESP.

6.4.1.1 Trabajo a Ejecutarse

El Contratista y/o Urbanizador harán todo el trabajo de soldadura, tanto en tuberías como el relativo a soportes, platinas, etc, que se muestran en los planos. Todo el equipo, personal y materiales necesarios serán suministrados por el Contratista y/o Urbanizador.

6.4.1.2 Ejecución del Trabajo

Todo el trabajo de soldadura será ejecutado de acuerdo con las especificaciones AWWA C-201, C-206-75 y de acuerdo con las Normas de la American Welding Society.

6.4.1.3 Electrodo

Serán del tipo de recubrimiento pesado (heavily coated), tipo de arco protegido (shielded arc), apropiados para soldar acero y que llenen los requisitos de la Sección IX "Welding Qualifications" de la Norma ASME "Boiler and Pressure Vessel Code". La Interventoría revisará y aprobará previamente el tipo de equipo a usarse por el Contratista y/o Urbanizador.

6.4.1.4 Inspección y Pruebas

La inspección de las soldaduras y las pruebas, si es necesario hacerlas, se harán siguiendo las instrucciones dadas en las normas de la American Welding Society (ASW), Welding Inspection y Standard Method for Mechanical Testing of Weld.

6.4.2 Ruanas

En caso de que por cualquier razón haya necesidad de realizar en campo, salidas no contempladas o en general, efectuar cortes a la superficie del tubo de la conducción, deben colocarse ruanas de refuerzo las cuales deben llevar la aprobación de EMCALI EICE ESP.

6.5 REVESTIMIENTO DE LA TUBERÍA EN CAMPO

6.5.1 Generalidades

Para evaluar la capacidad de lixiviación de metales al agua, procedentes de tuberías o accesorios de cualquier material o de los revestimiento internos de tubos, cuando se usan en contacto con agua destinada al consumo humano, estos deberán cumplir con lo establecido en el título III, "Requisitos Técnicos de conservación de la calidad del agua para tuberías de acueducto y sus accesorios, como productos terminados", de la resolución número 1166 del 20 de Junio de 2006 "por la cual se expide el Reglamento Técnico que señala los requisitos técnicos que deben cumplir los tubos de acueducto, alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias y sus accesorios que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado", expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en lo concerniente a la certificación que deberán exigir las personas prestadoras del servicio público de acueducto, de conformidad con el requisito de conservación de la calidad del agua destinada al consumo humano al ser sometida la tubería al ensayo de atoxicidad.

Los tubos de acero deben tener revestimiento interno y externo de acuerdo con la conducción, según la Norma "AWWA C210 Liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines" ó "AWWA C205 Cement-mortar protective lining and coating for steel water pipe-4 in. (100mm) and larger-shop applied" para tubos de acero; los tubos de concreto tendrán su revestimiento según la Norma "AWWA C303 Concrete pressure pipe, bar-wrapped, steel-cylinder type"; en el caso de los tubos de hierro dúctil, ellos deben tener protección interior en mortero de cemento de acuerdo con las Normas "ISO 4179 Ductile iron pipes and fittings for pressure and non-pressure pipelines. Cement mortar lining" y "AWWA C104 Cement-mortar lining for ductile-iron pipe and fittings for water" y protección exterior con zinc metálico fundido en una primera capa y pintura bituminosa según la Norma "ISO 8179 Ductile iron pipes. External zinc-based coating". Cada uno de los extremos de los tubos de acero suministrados deben tener una franja sin revestimiento de aproximadamente 250 mm para tubos con revestimiento

El revestimiento externo de las uniones espigo-campana de la tubería en hierro dúctil, se debe hacer con polietileno, tal como lo indica la Norma "AWWA C105 Polyethylene encasement for ductile-iron pipe systems" o atender las recomendaciones realizadas por el fabricante previa aceptación de EMCALI EICE ESP.

Los trabajos de revestimiento interior y exterior de la tubería en el campo se deben efectuar empleando mano de obra especializada, con experiencia y capacidad comprobadas; se tomarán todos los cuidados especiales para garantizar la integridad física de los obreros.

Para protección en la cual no se incluya revestimiento interior y/o exterior se debe acoger a la norma de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-010 Protección de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado"

6.5.2 Revestimiento Interno de las Uniones en Campo

6.5.2.1 En tubería de concreto reforzada con cilindro de acero

El procedimiento para el revestimiento interno de las uniones soldadas de la tubería de concreto reforzada con cilindro de acero debe ceñirse a lo establecido en la Norma "AWWA C303 Concrete pressure pipe, bar-wrapped, steel-cylinder type" o atendiendo las recomendaciones realizadas por el fabricante previa aceptación de EMCALI EICE ESP.

6.5.2.2 En tubería de acero

La preparación de la superficie, la preparación del esmalte, el tiempo de secado, el espesor de la película, las temperaturas de aplicación y demás requisitos para el revestimiento interno de las uniones soldadas se debe realizar de acuerdo con la Norma "AWWA C210 Liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines"; la secuencia de operación debe ser la siguiente:

a. Preparación de la Superficie

Se debe efectuar de acuerdo con la clasificación del "Steel Structural Painting Council" SSPC- SP-10 (Grado metal casi blanco).

b. Pintura Imprimante

El imprimante aplicado dentro de las ocho horas siguientes a la preparación de la superficie, será epoxídico de dos componentes que contengan pigmentos inhibidos no tóxicos, diseñados para prevenir el desprendimiento del sistema. La relación de los componentes por volumen, la composición de los componentes, lo mismo que las propiedades de la película deben estar de acuerdo con la Norma "AWWA C210 Liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines".

c. Pintura de Acabado

La pintura de acabado de alquitrán de hulla epoxídico, de un color aceptado por EMCALI EICE ESP. se aplicará dentro de un lapso de 4 a 24 horas después de haberse aplicado el imprimante. Las características de la pintura de acabado y su aplicación estarán de acuerdo con la Norma "AWWA C210 Liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines".

Para las tuberías, accesorios y piezas especiales de acero que tengan el revestimiento de acuerdo con la Norma "AWWA C205 Cement-mortar protective lining and coating for steel water pipe-4 in. (100mm) and larger-shop applied", el procedimiento para la aplicación de este revestimiento en las uniones de campo, debe ceñirse a lo estipulado en la Norma mencionada.

6.5.3 Revestimiento Externo de las Uniones en Campo

6.5.3.1 En tubería de concreto reforzada con cilindro de acero

El procedimiento para el revestimiento externo de las juntas soldadas de la tubería de concreto reforzada con cilindro de acero debe ceñirse a lo establecido en la Norma "AWWA C303 Concrete pressure pipe, bar-wrapped, steel-cylinder type".

6.5.3.2 En Tubería de Acero

Para las tuberías, accesorios y piezas especiales que tengan revestimiento de acuerdo con la Norma "AWWA C210 Liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines", el procedimiento para la aplicación de este revestimiento en las uniones en campo, debe ceñirse a lo estipulado en la Norma mencionada y la secuencia de operación a utilizar, será la misma que para el revestimiento interno de tuberías en acero según Norma "AWWA C210 Liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines".

Para las tuberías, accesorios y piezas especiales de acero que tengan el revestimiento de acuerdo con la Norma "AWWA C205 Cement-mortar protective lining and coating for steel water pipe-4 in. (100mm) and larger-shop applied", el procedimiento para la aplicación de este revestimiento en las uniones en campo, debe ceñirse a lo estipulado en la Norma mencionada.

6.5.3.3 En Tubería de Hierro Dúctil

El procedimiento para el recubrimiento externo en polietileno de las uniones en campo de la tubería de hierro dúctil, debe ceñirse a lo establecido en la norma "AWWA C-105 Polyethylene encasement for ductile-iron pipe systems" ó "ISO 2531 Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water or gas applications" o atendiendo las recomendaciones realizadas por el fabricante previo aceptación de EMCALI EICE ESP.

6.5.4 Inspección y Pruebas del Revestimiento de las Uniones en Campo

6.5.4.1 En Tubería de Concreto reforzada con cilindro de acero

La inspección del revestimiento interno y externo de las uniones en campo de la tubería, accesorios y piezas especiales en concreto reforzada con cilindro de acero con revestimiento interno y externo de acuerdo con la Norma "AWWA C303 Concrete pressure pipe, bar-wrapped, steel-cylindertype", se debe hacer en forma visual por EMCALI EICE ESP quien determinará su aprobación.

6.5.4.2 En Tubería de Acero

La inspección del revestimiento interno y externo de las uniones en campo de las tuberías, accesorios y piezas especiales, se debe hacer de acuerdo con lo establecido en la Norma "AWWA C210 Liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines".

La inspección de los revestimientos interno y externo de las uniones en campo de la tubería, accesorios y piezas especiales de acero con revestimiento interno y externo en mortero de cemento de acuerdo con la Norma "AWWA C205 Cement-mortar protective lining and coating for steel water pipe-4 in. (100mm) and larger-shop applied", se hará de acuerdo con lo establecido en el Apéndice de la Norma "AWWA C205 Cement-mortar protective lining and coating for steel water pipe-4 in. (100mm) and larger-shop applied".

6.5.4.3 En Tubería de Hierro Dúctil

La inspección del revestimiento de las uniones de la tubería de hierro dúctil se hará en forma visual por EMCALI EICE ESP quien determinará su aprobación.

7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sistema de Normas Técnicas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SISTEC), 2006.

Normas de Diseño y Construcción de Acueducto y Alcantarillado de Empresas Municipales de Cali, 1999.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2006.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de Aguas de Cartagena S.A. ESP, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cartagena, 2005.

Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) ,2006.