

NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

NOP-SE-DA-023

ASPECTOS TÉCNICOS PARA REPARACIÓN DE REDES MATRICES DE ACUEDUCTO



Código	NOP-SE-DA-023
Estado	VIGENTE
Versión	1.0 – 22/07/2011
Fuente	GUENA – EMCALI EICE ESP - OPERACIÓN
Tipo de Documento	NORMA TÉCNICA DE SERVICIO
Tema	DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
Comité	TÉCNICO DE APROBACIÓN DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Título	ASPECTOS TÉCNICOS PARA REPARACIÓN DE REDES MATRICES DE ACUEDUCTO
---------------	---

ÍNDICE

	Pág.
1.0 PROLOGO	4
2.0 OBJETO	5
3.0 ALCANCE	5
4.0 DEFINICIONES	5
5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS	5
6.0 REQUISITOS	6
6.1 CLASES DE CONDUCCIONES EXISTENTES A REPARAR	6
6.2 DETECCIÓN DE DAÑOS EN LAS REDES MATRICES	7
6.3 REPARACIÓN DE CONDUCCIONES CON TUBERÍA DE CONCRETO TIPO CCP FABRICADA CONFORME A LA NORMA NTC 747 O AWWA 303	7
6.3.1 Clasificación de Daños	7
6.3.2 Consideraciones para efectuar las reparaciones	8
6.3.2.1 Daños Tipo A	8
6.3.2.2 Daños Tipo B	9
6.3.2.3 Daños Tipo C	10
6.3.2.4 Daños Tipo D	11
6.4 REPARACIÓN DE CONDUCCIONES CON TUBERÍA DE ACERO, FABRICADA CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES AWWA C-200	12
6.4.1 Clasificación de daños	12
6.4.2 Consideraciones para realizar las reparaciones	12
6.5 REPARACIÓN DE CONDUCCIONES CON TUBERÍA TIPO PCCP FABRICADA DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES AWWA C 301	12
6.6 REPARACIÓN DE CONDUCCIONES CON TUBERÍA TIPO PCCP AWWA C 301 (REHABILITADA)	14
6.7 REPARACIÓN DE CONDUCCIONES CON TUBERÍA DE CONCRETO FABRICADA DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES AWWA C 300 Y C302	14
6.8 PRUEBAS Y DESINFECCIÓN DE LAS TUBERÍAS DESPUÉS DE REPARAR	14
6.9 OTROS	14
7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
8.0 ANEXOS	17

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 mediante la resolución de Gerencia General de EMCALI EICE ESP No. GG-001255 del 12 de Julio de 2011.

2.0 OBJETO

Establecer directrices que se deben seguir en las labores de reparación, teniendo en cuenta el material de fabricación de las tuberías, tanto de agua cruda y tratada del sistema de distribución de redes matrices.

3.0 ALCANCE

Esta norma establece los requisitos mínimos que deben tenerse en cuenta para la reparación de redes matrices, conducciones y líneas expresas de acueducto de EMCALI EICE ESP para la conducción de agua cruda y potable.

4.0 DEFINICIONES

4.1. LINEAS DE CONDUCCIÓN DE ACUEDUCTO O LINEAS EXPRESAS

Son los conductos destinados a transportar por gravedad o por bombeo las aguas crudas o tratadas desde los sitios de captación, hasta las plantas de tratamiento y/o desde las plantas de tratamiento a tanques de almacenamiento o entre los tanques de almacenamiento, sin que existan derivaciones para consumo sobre ellas.

4.2. RED MATRIZ O RED PRIMARIA DE ACUEDUCTO

Parte de la red de recolección que conforma la malla principal de servicio de una población y que distribuye al agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques a las redes secundarias.

4.3. CINTURÓN DE CIERRE

Banda en acero que refuerza la unión de dos tuberías del mismo material estando ellas a tope.

5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

Para las siguientes referencias normativas aplica su versión vigente o reglamentación que las modifique, sustituya o adicione.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

- Standard specification for high strength low-alloy columbium-vanadium structural steel. Philadelphia: ASTM. (ASTM A572)

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION

- Cement-mortar protective lining and coating for steel water pipe-4 in. (100mm) and larger-shop applied. Denver: AWWA. (AWWA C205)

- Coal-tar protective coatings and linings for steel water pipelines-enamel and tape-hot-applied. Denver: AWWA. (AWWA C203)

- Concrete pressure pipe. Denver: AWWA. (AWWA M9)

- Concrete pressure pipe, bar-wrapped, steel-cylindertype. Denver: AWWA. (AWWA C303)

- Field welding of steel water pipe. Denver: AWWA. (AWWA C206)
- Liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines. Denver: AWWA. (AWWAC210)
- Prestressed concrete pressure pipe, steel-cylinder type. Denver: AWWA. (AWWAC301)
- Reinforced concrete pressure pipe, non-cylinder type. Denver: AWWA. (AWWA C302)
- Reinforced concrete pressure pipe, steel-cylinder type. Denver: AWWA. (AWWA C300)
- Steel pipe, a guide for design and installation. Denver: AWWA. (AWWA M11)
- Steel water pipe-6 in. (150 mm) and larger. Denver: AWWA. (AWWA C200)

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.

- Soldadura. Electrodo de acero al carbono revestido para soldadura por arco. Bogotá: ICONTEC (NTC 2191)
- Tubos de concreto para presión, tipo cilindro de acero, con refuerzo de varilla. Bogotá: ICONTEC (NTC747)

EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP.

- Criterios para diseño de red matriz. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-DA-013)
- Desinfección de tuberías de acueducto. EMCALI EICE ESP (NOP-SE-DA-021)
- Excavaciones EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-006)

6.0 REQUISITOS

6.1 CLASES DE CONDUCCIONES EXISTENTES A REPARAR

Las tuberías a considerar dentro de la presente norma, contemplan diferentes materiales y formas y bajo diferentes normas como a continuación se relaciona:

- Tuberías de concreto tipo CCP, fabricadas de acuerdo con los requisitos de la norma "NTC 747 Tubos de concreto para presión, tipo cilindro de acero, con refuerzo de varilla" ó "AWWA C303 Concrete pressure pipe, bar-wrapped, steel-cylinder type", las cuales están constituidas por un cilindro de acero con refuerzo exterior de varilla, revestido interior y exteriormente con mortero de cemento y unión tipo espigo-campana con empaque de caucho.

Este tipo de tuberías se encuentran en diámetros entre 250 mm (10pulg.) y 1500 mm (60pulg.). "NTC 747 Tubos de concreto para presión, tipo cilindro de acero, con refuerzo de varilla"

- Tuberías de concreto tipo PCCP, fabricadas de acuerdo con los requisitos de la norma "AWWA C301 Prestressed concrete pressure pipe, steel-cylinder type" las cuales están constituidas por un tubo de concreto preesforzado con cilindro de acero y unión espigo campana con empaque de caucho.

- Tuberías de concreto, fabricadas de acuerdo con los requisitos de la norma "AWWA C300 Reinforced concrete pressure pipe, steel-cylinder type", consistentes en un tubo de concreto reforzado con doble malla o canasta de acero y cilindro de acero.
- Tuberías de concreto, fabricadas de acuerdo con las especificaciones "AWWA C302 Reinforced concrete pressure pipe, noncylinder type", consistentes en un tubo de concreto reforzado sin cilindro de acero.
- Tuberías de acero, fabricadas conforme a los requisitos de la norma "AWWA C200 Steel water pipe- 6 in. (150 mm) and larger", consistentes en un cilindro de acero con revestimientos de mortero de cemento según norma "AWWA C205 Cement-mortar protective lining and coating for steel water pipe- 4 in. (100mm) and larger-shop applied" o con revestimientos de pintura de acuerdo con la norma "AWWA C210 Liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines" o combinación de los revestimientos anteriores. (Diámetros entre 250 mm (10pulg.) y 2200 mm (87pulg.).)

6.2 DETECCIÓN DE DAÑOS EN LAS REDES MATRICES

Los daños en redes matrices pueden ser detectados por muchas formas entre las cuales se tienen:

- Inspección visual por afloramiento de agua en el sector
- Caída de presión en la línea
- Inundaciones repentinas
- Fallas estructurales en las vías o andenes
- Fallas de servicio en un sector

6.3 REPARACIÓN DE CONDUCCIONES CON TUBERÍA DE CONCRETO TIPO CCP FABRICADA CONFORME A LA NORMA NTC 747 O AWWA 303

6.3.1 Clasificación de Daños

Los daños en este tipo de tubería están generalmente localizados y pueden clasificarse de la siguiente manera:

Tipo A: Daños menores como perforaciones o grietas en la tubería debidos a golpes, construcción de conexiones clandestinas, corrosión en conexiones o salidas de ventosas, válvula pitométrica o generados por roturas ocasionadas por terceros al instalar otras redes o hacer excavaciones, etc.

Se puede considerar daño menor en este tipo de tubería, cuando la zona afectada del tubo es menor que un cuarto del perímetro del tubo, generalmente es radial al eje de la tubería y no existe una falla total o general del tubo sino un escape localizado que no afecta todo el sistema.

Tipo B: Corrosión general de una sección de la lámina del cilindro de acero o del acero de refuerzo, Esta corrosión es debida a la falta de recubrimiento de mortero por reparaciones anteriores, defectos de instalación o defectos de recubrimiento de mortero en las uniones, que quedaron expuestas a la acción del agua las varillas de refuerzo o el cilindro de acero a la acción del agua. La afectación es mayor de 1/4 perímetro del tubo, no necesariamente radial y presenta un escape que genera una caída de presión o caudal importante a lo largo de la línea.

Tipo C: Desempate o desplazamiento de las juntas espigo-campana con el cual el sello de caucho queda inservible o no funcional en forma general o parcial.

Tipo D: Falla o colapso general del tubo debido a empujes del terreno, asentamientos diferenciales u otras acciones externas que generan la discontinuidad de la línea o su salida de servicio de forma total.

6.3.2 Consideraciones para efectuar las reparaciones

Las reparaciones se deben realizar una vez realizada la suspensión del servicio o cierre y el desagüe de la red total o parcial, considerando la magnitud de la misma, el tipo del daño según el numeral 6.3.1 y el diámetro de la tubería a reparar

Nota: Si en el momento de reparación de una tubería una junta de espigo-campana con empaque de caucho se encuentra soldada, se debe conservar la restricción en la junta respectiva que se monte, si esta soldadura es parte del anclaje de algún accesorio cercano o se determinó por diseño.

6.3.2.1 Daños Tipo A

En caso de daños menores del Tipo A, la reparación se debe realizar soldando en la zona averiada una lámina de acero o parche sobre el cilindro de acero y reconvirmando posteriormente la estructura del recubrimiento original del tubo al máximo y de ser posible su recubrimiento interior. El procedimiento está indicado en el Anexo 1 y en forma abreviada es el siguiente:

Definida la zona del daño y ubicado el sitio del perfore o rajadura se retira mediante medios manuales o mecánicos el recubrimiento exterior de la tubería teniendo la precaución al golpear que no se desprenda el recubrimiento interior, hasta que quede al descubierto la lámina de acero y las varillas de refuerzo en un área que sea por lo menos dos veces la zona afectada. Destapadas las varillas se apuntan las mismas a un ángulo o varilla que las mantenga en su posición a cada lado del sitio del daño y se procede a cortar las mismas y doblarlas sobre el ángulo al cual se apuntaron, de forma tal que se deje libre la lámina sobre la cual se soldará la nueva lámina de refuerzo o parche. Finalizada la soldadura del parche, se desdoblarán las varillas y se colocarán en su posición inicial, con la misma separación del tubo original, soldándose mediante otros pedazos de varilla o entre ellas en una longitud hasta 50 mm por encima de cinturón a ambos lados. Para terminar se reconvirmando sobre la zona afectada el recubrimiento exterior en un espesor mayor o igual al existente u original, al igual que el recubrimiento interior de ser posible.

Nota: Para corte de varillas, así como para su restablecimiento se recomienda el sistema de aseguramiento con la ayuda de la herramienta adecuada (templador).

Durante el proceso, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El parche debe tener tal tamaño que cubra a cada lado de la zona averiada por lo menos 10 cm sobre lámina en buen estado y se buscara que su forma sea ortogonal y que tenga el mismo radio de curvatura de la tubería a reparar.
- El espesor de la lámina para ser usada como parche varía según el diámetro del tubo a reparar y la presión de servicio de la tubería. En la Tabla 1 se indica para los diferentes diámetros de la tubería y una presión máxima de servicio el espesor de la lámina a usar.
- El parche debe soldarse a la lámina del tubo con soldadura que cumpla la norma "NTC 2191 Soldadura. Electrodo de acero al carbono revestidos para soldadura por arco". La soldadura debe realizarse por un soldador calificado y aceptado por EMCALI EICE ESP.

- Realizada la reparación sobre la zona afectada debe colocarse una capa de lechada en cemento puro, recubriendo o reconformado el recubrimiento exterior después con mortero 1:2 (una parte de cemento y dos partes de arena del río). El mortero de recubrimiento tanto exterior o interior deberá estar libre de aditivos, acelerantes, etc.
- En caso de tuberías de diámetro mayor de 24 pulg. y si se tiene una boca de acceso o manhole que permita llegar al interior de la tubería, se debe revisar el recubrimiento interior de la tubería en mortero y reconstruir este recubrimiento con la mezcla de mortero en la misma proporción que en la zona afectada (una parte de cemento y dos partes de arena del río). Si se desea en la zona cercana al área afectada, se puede montar una boca de acceso que sirva para posteriores revisiones y para corregir antes de restablecer el servicio, el recubrimiento interior. De tener acceso a la parte interior se debe aprovechar chequear las juntas de mortero entre los diferentes tubos, reconformando las mismas si fuese necesario mediante la misma mezcla de mortero.

Nota: Si las necesidades de servicio hacen indispensable un curado acelerado del mortero de revestimiento interior se sugiere un acelerante de fraguado que no contenga cloruros.

Tabla 1. Espesor del parche o cinturón de cierre según la presión de servicio de la red (en psi) y el diámetro de la tubería a reparar

Diámetro nominal de la tubería (en pulgadas)	Diametro exterior de la tubería (en Pulgadas)	Espesor del parche (lámina de acero ASTM A-36)				
		3/16 pulg	1/4 pulg.	5/16 pulg	3/8 pulg.	1/2 Pulg.
10	11.375	593				
12	13.375	505				
14	15.250	443				
16	17.375	388				
18	19.750	342				
20	21.750	310	414			
21	22.750	297	396			
24	25.750	262	350			
27	28.750	235	313	391	470	
30	31.875	212	282	353	424	
33	34.875	194	258	323	387	
36	37.875	178	238	297	356	
39	40.875		220	275	330	
42	43.875		205	256	308	410
45	46.875		192	240	288	384
48	49.875		180	213	271	361
51	52.875			201	255	340
54	55.875			191	242	322
57	58.875			182	229	306
60	61.875				218	291

6.3.2.2 Daños Tipo B

Para los daños de Tipo B las reparaciones deben realizarse considerando lo siguiente:

- Cuando en la tubería se presenta una falla localizada que no este sobre la unión campana - espigo y no afecta una longitud a lo largo del tubo mayor a 50-60 cm, ésta se puede reparar utilizando un cinturón de cierre, el cual esta compuesto por dos secciones circulares con la misma curvatura de la tubería averiada.

- El espesor de cinturón de cierre debe cumplir con lo establecido en la Tabla 1 de la presente norma.
- La colocación de cinturón de cierre debe realizarse siguiendo las mismas instrucciones descritas en el Anexo 1, pero considerando que en vez de colocar un parche se colocará toda una sección circular compuesta por el cinturón de cierre.
- Al instalar el cinturón de cierre o el parche para el caso de los daños tipo A, se debe tener la precaución al realizar la soldadura, de no afectar el empaque de la unión espigo - campana, en caso de que la zona afectada quede cerca a una unión espigo- campana, para lo cual se debe estar permanentemente refrigerando la zona afectada mediante la aplicación de agua y el uso de lonas húmedas.
- El cinturón de cierre debe tener en una de sus secciones o en ambas, una (1) o dos (2) ventanas pequeñas, por medio de las cuales se introduce el brazo de un mampostero para rehacer el recubrimiento interior. Realizada esta labor, se deben sellar estas ventanas mediante tapas prefabricadas con el recubrimiento interior y se deben soldar a la lámina del cinturón de cierre, rehaciendo los reboques con mortero, al acabado exterior.
- En caso de no tener dichas tapas, se deben sellar con un parche similar al que se usa para los daños tipo A, siempre y cuando se cumpla para el mismo con lo establecido en la Tabla 1.

6.3.2.3 Daños Tipo C

Cuando se presenta el desempate de la unión espigo-campana y queda descubierto e inhabilitado el empaque de caucho o se presente fuga en la unión, se recomienda realizar la reparación por una de las siguientes formas, dependiendo del diámetro del tubo, condiciones de operación y disponibilidad de equipos, tiempo y materiales:

- Sellado mediante soldadura de la unión Espigo-Campana (Ver Anexo 3)

Es la manera mas rápida de realizar la reparación, pero tiene el inconveniente de que quema el empaque de caucho y al sellar la junta en la unión, se rigidiza la tubería cambiando sus condiciones de diseño y comportamiento estructural.

Este trabajo se realiza de la siguiente manera:

Realizada la excavación y limpia la unión espigo campana, se coloca una varilla conectora o de sellado en la cavidad o abertura exterior de la junta de diámetro de diámetro 3/8 pulg. En caso que el acomodamiento de la varilla de diámetro 3/8 pulg. sea difícil se permite utilizar varilla de diámetro de 1/4 pulg., siempre y cuando se rellene la dilatación existente.

La varilla la cual se solda entre la campana y el espigo usando soldadura de filete debe cumplir los requisitos de la norma "NTC 2191 Soldadura. Electrodo de acero al carbono revestidos para soldadura por arco".

Una vez realizada la soldadura y verificada la calidad de la misma, se aplicará el recubrimiento con mortero de cemento 1:2 (una parte de cemento y dos partes de arena del río) sobre toda la junta cubriendo las superficies metálicas expuestas.

- Colocación de un kit de reparación o pieza de reparación

Con el fin de no perder la flexibilidad de la tubería que aporta la unión espigo-campana, se puede reemplazar la unión afectada cortando y retirando la sección final del tubo con espigo que llegue a la junta afectada en una longitud mayor a 70 cm, para ser reemplazada por una sección de tubo corto con espigo para empaque de caucho y de una longitud mínima de 10 cm menor que la longitud retirada.

Para tal fin, se coloca el empaque de caucho en el espigo del tubo corto y se introduce en la campana de la unión afectada y se unen los extremos libres dejados por el tubo al cual se le quitó la sección y el tubo corto, mediante el uso de un cinturón de cierre, el cual al colocarse se hará conforme a lo mencionado en los daños tipo B.

Esta forma de reparación asegura que la unión espigo- campana no se pierda, con lo cual la flexibilidad de la línea se conserva, pero requiere el uso de maquinaria pesada y tener en inventarios niples cortos y cinturones de cierre.

Al realizar este tipo de trabajo se debe considerar:

- El mortero exterior debe retirarse utilizando herramienta menor y evitando golpear la tubería de forma tal que se evite el desprendimiento del recubrimiento interior.
- El corte del tubo una vez retirado el recubrimiento debe realizarse con equipo de oxicorte en dos secciones, de forma tal que se pierda una longitud mayor a 20 cm para que se pueda sacar, desempatar o retirar el espigo de la unión afectada de la campana de dicha unión.
- El equipo para retirar y colocar el pedazo del tubo seccionado o el niple corto, debe tener una capacidad mínima de izaje de 3 a 4 veces mayor respecto al peso de la pieza a colocar o levantar.
- El cinturón se debe soldar a la tubería con soldadura a filete E 6010 cumpliendo los requisitos de la norma "NTC 2191 Soldadura. Electrodo de acero al carbono revestidos para soldadura por arco" y debe realizarse por un soldador calificado.

El recubrimiento interior o exterior, se hace con mezcla 1:2 conforme a lo ya mencionado.

6.3.2.4 Daños Tipo D

Para los daños Tipo D, podemos tener el colapso de un solo tubo, caso en el cual debe cambiarse la sección completa del tubo, utilizando un kit de reparación el cual debe ser suministrado por el fabricante de la tubería y que estará conformado por un tubo corto CCP con espigo para empaque de caucho y espigo liso para cinturón de cierre, un cinturón de cierre y un tubo corto CCP con campana y espigo liso para cinturón de cierre, con sus respectivos empaques de caucho.

En este caso se retira realizando cortes radiales a la tubería la totalidad del tubo en 2 o mas secciones, dependiendo del diámetro de la tubería y la maquinaria disponible, de forma tal que se permita su desempate de la tubería aledaña, teniendo la precaución de no dañar ni el espigo ni la campana de los tubos vecinos a donde se conectará la campana y el espigo respectivamente de los tubos cortos CCP y se procederá a unir los espigos para cinturón de cierre de los tubos cortos mediante el cinturón de cierre, realizando los recubrimientos tanto interiores como exteriores de la forma ya descrita (Ver Anexo 2).

En caso que el colapso o la línea afectada supere más de un tubo, se colocará tubería de reemplazo nueva y se realizará el empate conforme a la forma arriba descrita, siguiendo las instrucciones de los fabricantes, del diseño y realizando las cimentaciones y rellenos a que haya lugar.

6.4 REPARACIÓN DE CONDUCCIONES CON TUBERÍA DE ACERO, FABRICADA CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES AWWA C-200

6.4.1 Clasificación de daños

Los daños que se presentan en este tipo de tubería son similares a los que se presentan en la tubería CCP y por lo tanto las reparaciones en este tipo de tubería son similares a los ya especificados para la tubería de CCP, con la diferencia en este caso de que no existe el acero de refuerzo sobre la lamina y por esta razón al reparar la tubería mediante parche o cinturón de cierre, no se requiere levantar ni acomodar las varillas de refuerzo, pero si se requiere tener las mismas precauciones referentes al recubrimiento interior y exterior, el cual puede no ser necesariamente con mortero 1: 2 sino con recubrimientos epóxicos o pintura conforme a la norma "AWWA C210 Liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines" o una combinación de ellos.

En este tipo de tubería todo el soporte estructural depende únicamente de la lámina de acero, por lo tanto el espesor de parche y el cinturón de cierre deben cumplir con lo establecido en la Tabla 1 de la presente norma, pero no podrán ser de menor espesor del tubo a reparar.

Nota: Teniendo en cuenta que la especificación del acero para la tubería "AWWA C200 Steel water pipe- 6 in. (150 mm) and larger" es calidad "ASTM A572 Standard specification for high strength low-alloy columbium-vanadium structural steel" Grado 42 el cual no es de consecución fácil en el mercado, se recomienda que el espesor mínimo del parche de acero A-36 sea 1.20 veces mayor de lo señalado en la Tabla 1, o 1.20 veces mayor del espesor encontrado del elemento a reparar.

En caso de tubería de acero que no presenta uniones de Espigo - Campana con empaque de caucho, sino soldadas, la reparación se debe efectuar cortando la sección del tubo afectado y reemplazándolo por una sección de tubo del mismo material y de menor longitud, colocando cinturones de cierre a cada extremo.

6.4.2 Consideraciones para realizar las reparaciones

Las tuberías de acero se reparan dependiendo del tipo de daños de manera similar a las tuberías CCP.

En el caso de tubos con revestimiento de pintura interior o exterior de acuerdo con la norma "AWWA C210 Liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines", terminada la reparación o durante la ejecución de la misma se debe restituir dicho revestimiento o en su defecto reemplazarla por un recubrimiento en mortero 1: 2 de forma tal que se logre la mayor adherencia posible y no se deje expuestas superficies metálicas al ataque de la corrosión.

6.5 REPARACIÓN DE CONDUCCIONES CON TUBERÍA TIPO PCCP FABRICADA DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES AWWA C 301

Los daños que se presentan en este tipo de tubería son similares a los que se presentan en la tubería CCP, pero dado el hecho de que el refuerzo o varilla exterior aporta estructuralmente a la resistencia de la tubería y viene tensionada de fábrica no se pueden hacer arreglos locales o parciales como colocación de parches, cinturones de cierre o reemplazo de una sección de la tubería afectada, pues al soltarse la varilla se pierde el tensionamiento de la misma y por lo tanto la resistencia de la tubería y se levanta localmente y de manera aleatoria el recubrimiento exterior.

Por lo anterior para la reparación de este tipo de tubería, a excepción de los daños Tipo C que es un escape y no una falla estructural, se debe reemplazar el tubo total afectado, utilizando el Kit de reparación fabricado y suministrado por el fabricante de la tubería, aprobado por EMCALI EICE ESP (Ver Anexo 4).

Este Kit esta compuesto de tres partes principales con sus correspondientes empaques a saber:

- Parte A: Una sección de tubo corto con espigo-campana
- Parte B: Una sección de tubo corto espigo-campana telescópica, en el cual se tiene una boca de acceso (Manhole) y una purga
- Parte C: Una sección de tubo corto con espigo telescópico

La tubería PCCP está instalada en secciones de 4 y 7m, por lo cual para reparar la sección mayor se usan los elementos A + B + C y para la menor los elementos B + C.

Las partes B y C, vienen de fábrica ensambladas para ser posteriormente desplazadas usando gatos hidráulicos para tal fin aprovechando los extremos campana o espigo telescópicos o de mayor longitud.

Para colocación de este Kit se procede da la siguiente manera:

Se destapan el tubo o los tubos averiados (en caso de varios tubos averiados éstos se reemplazan por tubería nueva, dejando un último tubo para ser reemplazado por el Kit de reparación)

Se retira el mortero de recubrimiento hasta descubrir la lamina de acero y con equipo de oxicorte o acetileno se realizan cortes de la tubería en forma radial y al centro del tubo a retirar, de manera que se pierda una sección de mínimo 50 cm de forma tal, que esta sección faltante permita desempatar los medios tubos productos del corte de las Uniones espigo-campana de los tubos adyacentes, teniendo la precaución de no dañar ni el espigo ni la campana de los tubos a donde se empatarán los tubos cortos del kit.

Después de preparar el fondo de excavación se bajan las dos secciones telescópicas del kit ensambladas y mediante empuje horizontal o tracción empleando malacates o diferenciales se empata en el espigo libre de la tubería. Empatada esta primera sección se baja la sección del tubo corto y mediante tracción o empuje se empata en la campana libre de la tubería, lográndose de esta forma tener el kit de reparación ensamblado en la campana o el espigo de los tubos adyacentes al dañado.

El personal, así como el equipo, herramientas y accesorios para hacer la tracción o el empuje se introduce y se extrae a través de manhole o previamente al bajar la segunda sección.

Para realizar el empate del tubo corto y las dos secciones telescópicas ensambladas se utilizan gatos hidráulicos de funcionamiento horizontal que se apoyan sobre soportes instalados para tal fin en las piezas del kit, de tal manera que se inicie el desplazamiento horizontal del espigo de la pieza ensamblada dentro de la campana del tubo corto conforme se separa o desempata parcialmente el espigo telescópico o largo en el sitio en que venían ensamblados de fábrica.

Este empuje se hace controlando el alineamiento y el adecuado ensamble del espigo de la parte ensamblada y se termina una vez se haya introducido adecuadamente el espigo en la campana del tubo corto, lográndose de esta forma ensamblar las tres diferentes piezas del kit con los extremos de la tubería existente.

Por último se procede a retirar los equipos, herramientas y se restituye el recubrimiento interior con mortero en proporción de mezcla 1:2 y después de realizar la limpieza dentro del tubo y fuera el personal de la tubería, se sella la brida ciega, se cierra la purga y se restablece el relleno.

En el caso de que estructuralmente la tubería no presenta falla estructural sino un escape localizados en el empaque (daño Tipo C) se puede hacer el sellado de la unión espigo campana conforme a lo descrito

en la tubería tipo CCP, presentando el inconveniente de que quema el empaque de caucho y al sellar la junta en la unión, se rigidiza la tubería cambiando sus condiciones de diseño y comportamiento estructural.

6.6 REPARACIÓN DE CONDUCCIONES CON TUBERÍA TIPO PCCP AWWA C 301 (REHABILITADA)

Dado el hecho de que esta tubería fue reforzada en lámina de acero en su interior, la reparación debe realizarse igual que la reparación de tubería de acero, usando preferencialmente soldadura en su interior de ser posible, con lo cual se evitaría las excavaciones y rellenos.

Para tal fin se requiere que se introduzca dentro de la tubería el personal y equipo a través de una boca de acceso cercana y de no ser posible montar una en un sitio cercano al daño.

Si no es posible montar la boca de acceso o llegar al sitio del daño internamente, se tendría que realizar excavación hasta encontrar la tubería, demoler la sección afectada de la tubería hasta llegar a la segunda lámina de 11.5 mm y hacer la soldadura a que haya lugar, para posteriormente recubrir con mortero las secciones de recubrimiento afectadas.

6.7 REPARACIÓN DE CONDUCCIONES CON TUBERÍA DE CONCRETO FABRICADA DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES AWWA C 300 Y C302

Los daños que se pueden presentar en estos tipos de tubería no son comunes ni son causados por corrosión, dado el hecho de que no tienen una lamina de acero que pueda ser afectada sino que es concreto reforzado, cuya falla puede ser localizada producto de una rotura accidental o una falla general de la estructura.

La forma de reparar no es fácil de determinar hasta no evaluar en el sitio la magnitud del daño siendo posible realizar arreglos menores usando concretos acelerados, pegantes epóxicos de concreto y reforzando el acero a que haya lugar, usando formaletas para tal fin.

En el caso de una falla general de la tubería, se tendría que hacer la reparación reemplazando la sección completa del tubo, utilizando un kit de reparación que tendría que ser fabricado en lámina de acero de un espesor que depende de la presión de servicio, para colocarlo entre los extremos de los tubos adyacentes y sellándolo por su parte media mediante un cinturón de cierre, de forma similar al kit de reparación usado en los daños tipo c ò para la tubería tipo PCCP.

6.8 PRUEBAS Y DESINFECCIÓN DE LAS TUBERÍAS DESPUÉS DE REPARAR

Después de realizar la reparación de tuberías de redes matrices de acueducto se debe efectuar

- Pruebas no destructivas a soldaduras, previa inspección visual.
- Lavado y desinfección de la tubería reparada, el cual debe realizarse según la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NOP-SE-DA-021 Desinfección de tuberías de acueducto".

6.9 OTROS

Las excavaciones y rellenos se deben realizar según la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-006 Excavaciones".

Para las actividades de mantenimiento, deben tenerse en cuenta los corredores libres considerados en la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-DA-013 Criterios para diseño de red matriz".

Las demás obras deben realizarse por personal calificado y aprobado por EMCALI EICE ESP.

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.

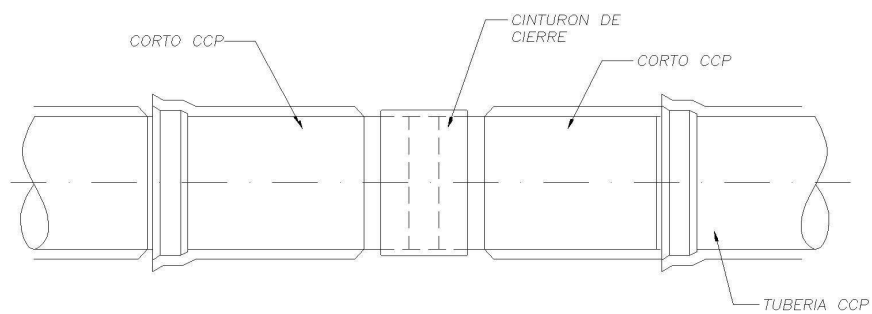
Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) ,2006.

8.0 ANEXOS

ANEXO 1. REPARACIÓN DE DAÑOS TIPO A EN TUBERIA CCP

<p>1. Se detecta el daño menor en la tubería.</p>	<p>2. Se debe destapar la sección afectada quitando el mortero de recubrimiento el tamaño de la zona a retirar el mortero debe ser como mínimo dos veces más que la zona averiada.</p>	
<p>3. Se procede a destapar las varillas de refuerzo hasta que se dejen libres.</p>	<p>4. Se establece el área a soldar la lámina apuntando el acero de refuerzo.</p>	
<p>5. Deben doblarse las varillas y limpiarse la lámina del tubo con gratas de acero.</p>	<p>6. Se limpia la superficie y se coloca o se solda el parche en la zona averiada.</p>	
<p>7. Las varillas de refuerzo regresan a su punto inicial, soldando sobre el parche en longitud min. 50mm (2") de las varillas a cada lado.</p>	<p>8. Terminada la soldadura se reconstruye el mortero de recubrimiento (mezcla 1:2)</p>	
	<p>REPARACION DE DAÑOS TIPO A EN TUBERIA CCP</p>	<p>Anexo 01 Codigo NOP-SE-DA-023</p>
<p>DIBUJO: GLORIA I. MAYOR S.</p>		
<p>ESCALA: SIN ESC.</p>		<p>FECHA: JUN/2008</p>

ANEXO 2. REPARACIÓN DE DAÑOS TIPO D EN TUBERIA



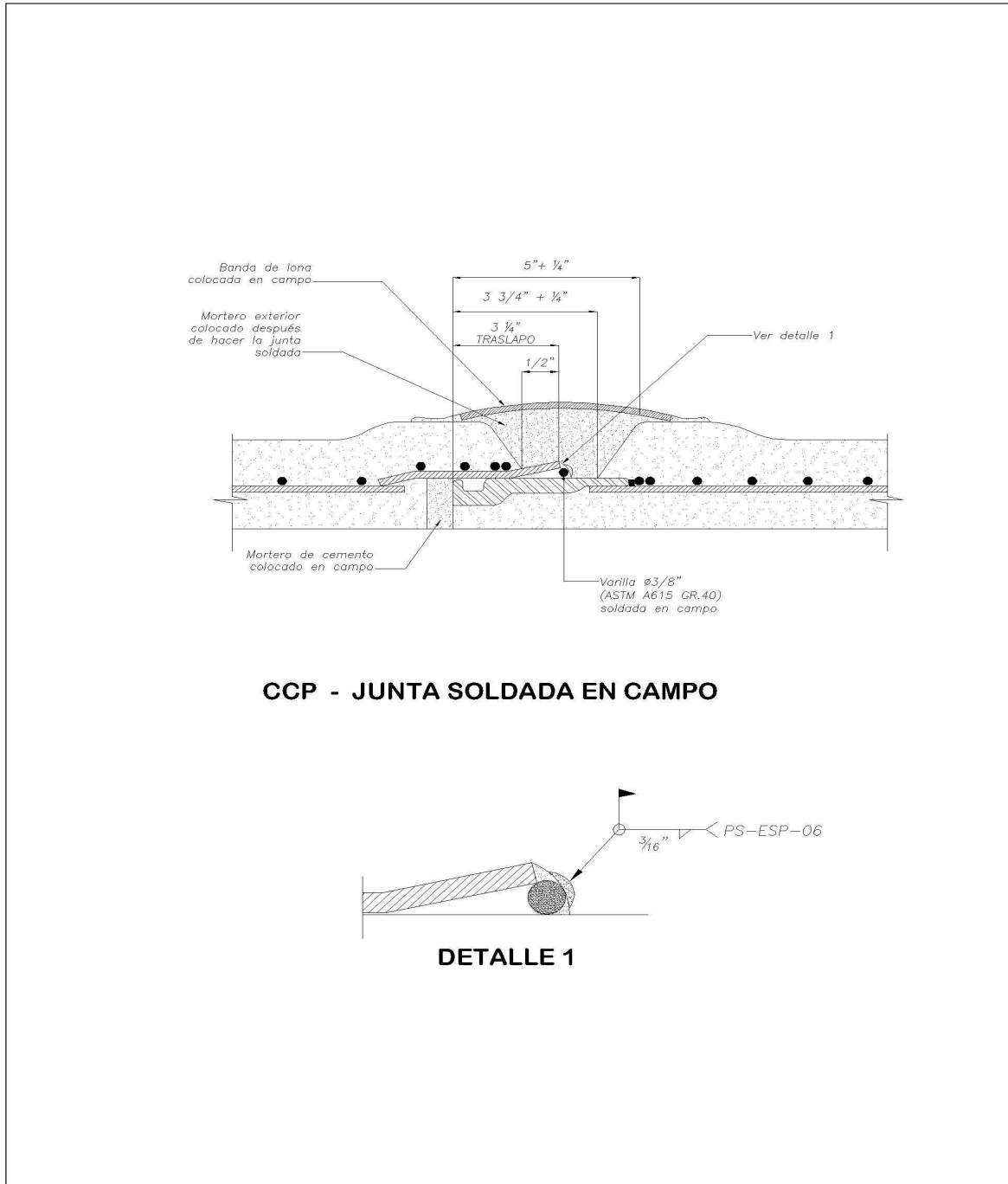
**REPARACION DE DAÑOS
TIPO D EN TUBERIA**

Anexo 02
Codigo NOP-SE-DA-023

DIBUJO: GLORIA I. MAYOR S.

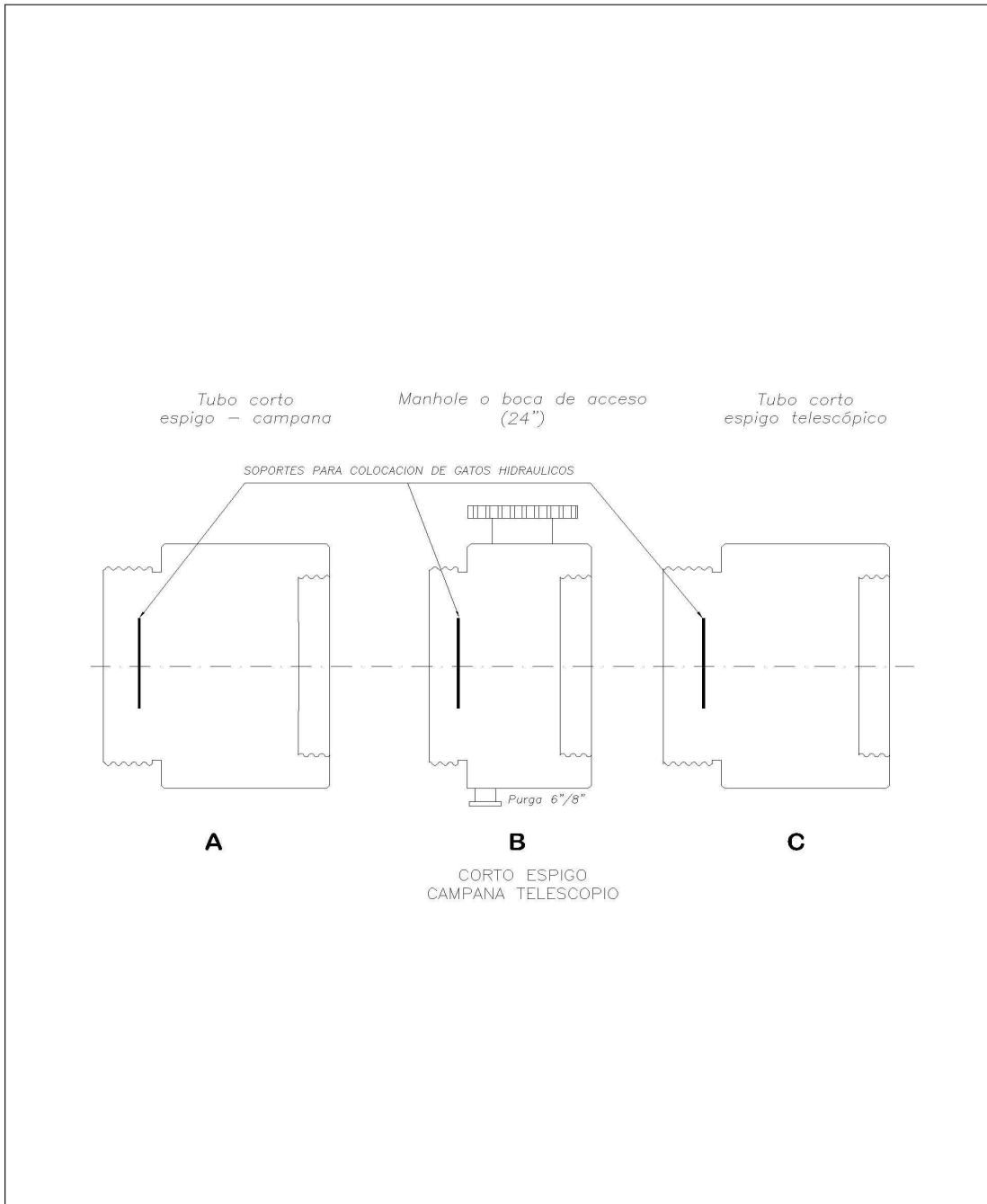
ESCALA: SIN ESC. FECHA: JUN/2008

ANEXO 3. SELLADO MEDIANTE SOLDADURA DE LA UNIÓN ESPIGO – CAMPANA



	<p>SELLADO MEDIANTE SOLDADURA DE LA UNIÓN ESPIGO - CAMPANA</p>	Anexo 03 Código NOP-SE-DA-023	
		DIBUJO: GLORIA I. MAYOR S.	
		ESCALA: SIN ESC.	FECHA: JUN/2008

ANEXO 4. KIT DE REPARACIÓN TUBERIA PCCP



**KIT DE REPARACION
TUBERIA PCCP**

Anexo 04
Codigo NOP-SE-DA-023

DIBUJO: GLORIA I. MAYOR S.

ESCALA: SIN ESC. FECHA: JUN/2008