

Actualidad de las técnicas de renovación de los sistemas de drenaje

Current Renewal Techniques of Drainage Systems



Manuel M. Cabrera Delgadillo^{1*}, Guadalupe Sánchez Campos¹,
Juan Carlos Mejía Suárez¹, Carmen Hernández Pastor¹

Recibido: 08/08/2019

Aceptado: 11/09/2019

*Autor de correspondencia

Resumen

La infraestructura de drenaje sanitario y pluvial, se ve afectado por eventos extraordinarios, tales como sismos y lluvias de alta intensidad en periodos cortos de tiempo, así como factores de edad de las tuberías y los problemas asociados a su localización, como la zona geotécnica, zona sísmica e incluso el tipo de calidad de agua que recibe de las aportaciones sanitarias. Cuando el sistema de drenaje llega a fallar, presentando socavones, encharcamientos o desbordamientos, es necesaria la evaluación de anomalías, que se clasifican en daños Graves, Importantes y Primarios, evolucionando con el paso del tiempo, debido a que las causas del deterioro siguen presentes y actuando, en detrimento del servicio que presta el drenaje. Ante el grado de falla es necesaria la rehabilitación de tuberías y elementos estructurales, por lo que se plantean tres acciones de renovación, que son: reparación, rehabilitación y sustitución. La mayoría de las acciones de renovación que se detallan, cuentan con normatividad ISO, esto con el fin de facilitar al diseñador, constructor y supervisor, sus correspondientes acciones. Se describen las acciones o técnicas de renovación, se mencionan ventajas y desventajas, respecto al mejoramiento que proporcionan desde la perspectiva hidráulica y estructural. La recomendación de la selección de la técnica de renovación, dependerá de aspectos tales, como rendimiento hidráulico, resistencia estructural ante cargas externas, para tubería rígida y flexible, revisión a presión interna, como criterios mínimos para una evaluación con certidumbre de largo plazo.

Palabras clave: Drenaje sanitario y pluvial, Daños, Anomalías, Renovación, Reparación, Rehabilitación Sustitución, ISO.

Abstract

The sanitary and rain drainage infrastructure is affected by extraordinary events, such as earthquakes and high intensity rainfall in short periods of time, as well as factors such as the age of the pipes and problems associated with their location, such as the geotechnical zone, seismic zone and even the type of water quality it receives from the sanitary contributions. When the drainage system fails, with sinkholes, water logging or overflows, it is necessary to evaluate the anomalies, which are classified as Serious, Important and Primary damage, evolving over time, because the causes of the deterioration are still present and acting, to the detriment of the service provided by the drainage. In view of the degree of failure, it is necessary to rehabilitate pipes and structural elements, so three renovation actions are proposed, which are: repair, rehabilitation and replacement. Most of the renovation actions detailed in this document have ISO standards, in order to facilitate the designer, builder and supervisor to carry out their corresponding actions. The renovation actions or techniques are described, and advantages and disadvantages are mentioned, with respect to the improvement they provide from the hydraulic and structural perspective. The recommendation for the selection of the renovation technique will depend on aspects such as hydraulic performance, structural resistance to external loads for rigid and flexible pipe, and internal pressure review, as minimum criteria for evaluation with long-term certainty.

Keywords: Sanitary and pluvial drainage, Damage, Anomalies, Renovation, Repair, Rehabilitation, Replacement, ISO.

1. INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad de las grandes y antiguas urbes, por mantener un servicio de alcantarillado en condiciones óptimas de operación hidráulica y seguridad estructural, se han desarrollado diversas técnicas para la renovación de su función, que, en los últimos diez años, han avanzado de innovadoras tecnologías experimentales a métodos normalizados o estandarizados en materiales y procesos constructivos. Esto se ha reflejado principalmente en la serie de normatividad internacional ISO (International Organization for Standardization), BS EN ISO 11295 (ISO, 2010) y BS EN ISO 11296 1-7 (ISO, 2018) para la renovación de redes subterráneas de drenaje sanitario y pluvial sin carga de presión.

La problemática de las redes de drenaje sanitarias y pluviales, se refleja con la presencia de desbordamiento, encharcamientos o formación de socavones, derivado de la insuficiencia hidráulica y estructural de las tuberías, con efecto negativo en la salud pública y los bienes particulares y públicos.

Un caso particular de estudio es la Ciudad de México (CDMX), cuya infraestructura de drenaje que data de finales del siglo XIX, se encuentra presionada en su capacidad hidráulica por el dinámico crecimiento demográfico, además de la población flotante; afectada por fenómenos geotécnicos, principalmente hundimiento diferencial del suelo blando y sismos; agudizado por el deterioro causado por la erosión en las tuberías y estructuras de drenaje, debido a un medio atmosférico de gas o vapores de ácido sulfúrico, derivado también por la edad de los conductos y su falta de mantenimiento.

Debido a todos estos factores, el sistema de drenaje puede fallar de manera local, en un tramo parcial, o totalmente, cuando no es atendido en tiempo y forma correcta. Los daños clasificados como anomalías, se agrupan en tres categorías principales, siendo:

- Graves, agrupa anomalías que abarcan inexistencia (caverna), destrucción, colapso y fisuras de tubería, con exposición de terreno natural, además de tramos con contrapendiente presentando flujo a tubo lleno o con carga de presión.
- Importantes, se debe a desacoplamientos, dislocamientos, fisuras, grietas, importante erosión en plantilla y pared con exposición

del Acero de refuerzo de la tubería, que permiten infiltración y exfiltración del flujo, además de estancamiento.

- Primarias, daños por fisuras, grietas, erosión de pared (sin exponer el acero de refuerzo), desgaste en juntas o uniones, que no producen infiltración y exfiltración del flujo, conexiones a cuerpo de tubo (tratándose de colectores), y obstrucciones por basura o azolve.

Cuando no se da el mantenimiento necesario, las anomalías suben de categoría, partiendo de “Primarias” hasta “Graves”, pasando por “Importantes” con el paso del tiempo, debido a que las causas del deterioro siguen presentes y actuando, en detrimento del servicio que presta el drenaje. Ante este panorama, deben preverse medidas correctivas en un programa periódico de mantenimiento, que incluya una evaluación del deterioro de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial, que defina el proyecto de renovación del drenaje, acorde con la magnitud de la intervención, teniendo en opciones las siguientes acciones: a) Reparación, b) Rehabilitación y c) Sustitución, con las cuales se puede rehabilitar de forma local o por tramos, las tuberías y elementos que conforman el drenaje.

2. METODOLOGÍA

La inspección rutinaria de la red de drenaje es elemento de diagnóstico de suma importancia, y primordial para la detección oportuna de daños. Una vez detectado el tipo y magnitud de anomalía, es importante efectuar una evaluación integral, para la selección de alguna de las acciones de renovación, que incluya cuando menos la evaluación del estado físico y operacional de la estructura, mediante técnicas de video inspección, levantamiento topográfico y simulaciones hidráulicas de i) Estado actual del colector, ii) Estado futuro sin proyecto y iii) Estado futuro con proyecto, para así, con estos análisis mínimos, seleccionar el mejor método de renovación requerido para cada daño identificado, considerando también las limitaciones de las técnicas de Renovación. Una vez seleccionado el método de renovación se deberá revisar la estabilidad y resistencia estructural de la tubería, con el fin de asegurar un buen funcionamiento y conservación en el largo plazo.

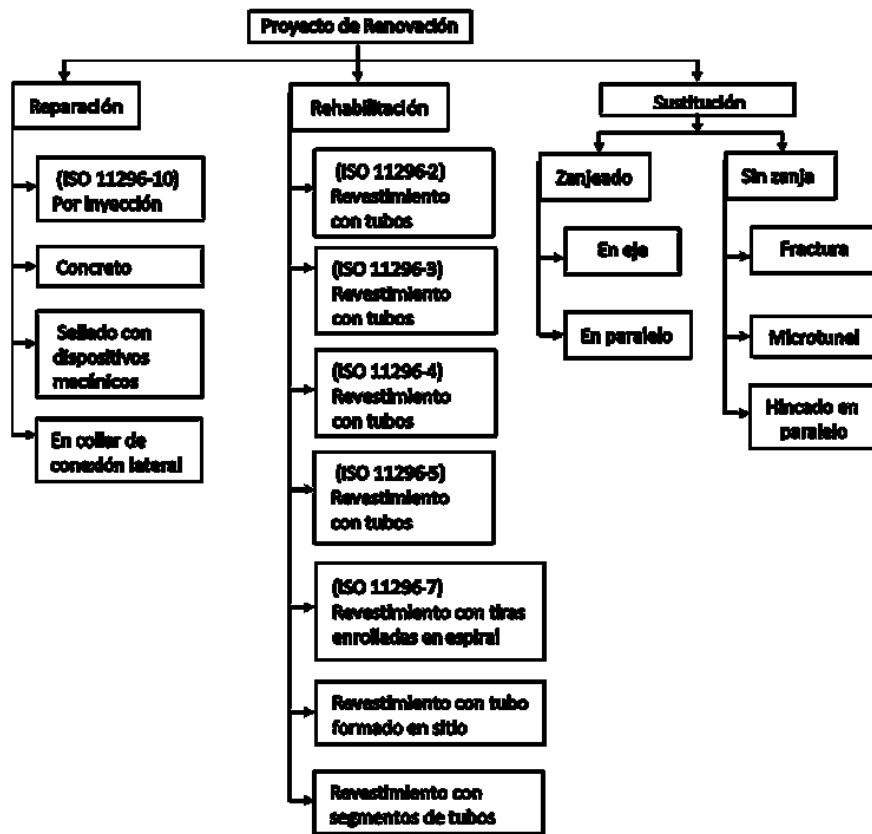


Figura 1. Concepto de acciones de renovación

En la Figura 1, se muestran las acciones de renovación recomendadas, debido a que cuentan con procedimientos normados en desempeño y evaluación, que aseguran la calidad de construcción.

Las técnicas de Reparación procuran rectificar anomalías Primarias a un daño local, tal como corrosión; las técnicas de Rehabilitación se basan en la intervención de una importante longitud de tubería con daños Importantes en el sistema de drenaje, por ejemplo, para el tratamiento de fisuras leves, sin poder atender dislocaciones o desacoplamientos; finalmente, las técnicas de Sustitución son aquellas en las que es necesario construir un componente nuevo dentro de la red de drenaje, debido a daños Graves e Importantes, como un colapso.

Se describen a continuación las acciones de renovación más comunes que se han usado alrededor del mundo, dentro de las cuales están las acciones de rehabilitación, cuya mayoría cuenta con procedimientos ISO, esto con la finalidad de facilitar al diseñador, constructor y supervisor sus

correspondientes actividades dentro de la renovación de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial.

3. TRABAJO EN CAMPO

3.1 Reparación

Por inyección (ISO 11296-10, en desarrollo)

El objetivo básico de esta técnica es la inyección de resinas, debido a su alcance está en revisión la versión final del procedimiento ISO 11296:10-2018, que incluye también el uso de morteros o lechadas, en la atención de las anomalías Primarias. Para emplear esta técnica, es muy importante la limpieza del sitio y evitar el contacto con el agua durante el tiempo de secado. Debe tenerse en cuenta que los procesos de inyección contemplan las tuberías de concreto, ladrillo o materiales plásticos y requiere el control con la prueba de hermeticidad o prueba de fugas antes y después de la reparación (Do Céu, M, et. al., 2015).

Consideraciones:

- a. Las lechadas pueden deshidratarse y encogerse si el nivel freático cae por debajo del nivel de plantilla de la tubería.
- b. Antes de elegir la rehabilitación por inyección, se deben determinar las necesidades de limpieza y extensión de orificios, la tubería libre de arena, sedimentos y otros materiales.

El tamaño de la tubería, el espaciado de las juntas y el porcentaje de grietas que se van a sellar, son factores que se deben tener en cuenta para determinar el costo del sellado químico.

Ventajas: restauración de hermeticidad; conservación de capacidad hidráulica y desempeño ambiental; abrasión y resistencia química; relleno de vacíos en juntas, fisuras y conexiones de desagües; espacio de trabajo superficial mínimo y acceso a través de pozos de visita o registros.

Desventajas: es necesaria la desviación del flujo; se usa en tuberías sin presión; no agrega propiedades extras a la tubería; y no es efectivo usar lechada para sellar grietas longitudinales o sellar grietas que se encuentren cerca de las juntas

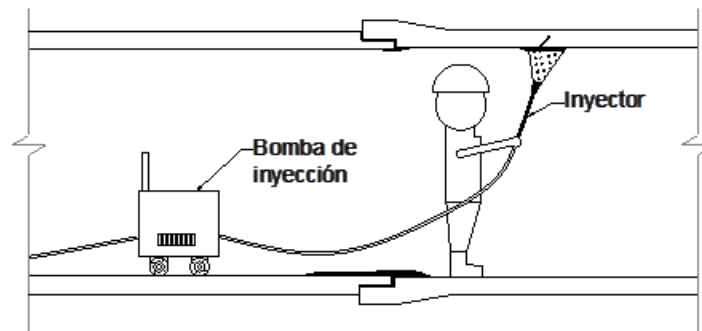


Figura 2. Esquema de reparación por inyección

Concreto lanzado

Consiste en reparar el recubrimiento por repellado, con o sin acero de refuerzo. La aplicación del revestimiento interior, requiere que la pared interior de la tubería esté completamente limpia, pulida y seca. En caso de deterioro local por corrosión, es necesaria la rectificación de la superficie.

Ventajas: mejora de capacidad hidráulica y mecánica; restauración de recubrimiento por adelgazamiento local; abrasión y resistencia ante agentes físicos, químicos y biológicos dependiendo de los materiales; mínimo espacio de trabajo y resistencia a presión externa de agua.

Desventajas: se usa en tuberías sin presión, tiempo de secado entre 12 y 24 horas; es necesaria la desviación del flujo; no resiste cambios súbitos de presión; requiere de preparación previa de la tubería; la calidad de la reparación depende de la correcta ejecución y control de procesos.

Sellado con dispositivos mecánicos

Consiste en colocar sellos apoyados con elementos metálicos (anclajes mecánicos), en tanto se logra la

adhesión entre el sello y el material de tubería. Mejora anomalías en juntas o fisuras radiales y problemas de fugas. La superficie debe estar lisa y uniforme para la instalación de los sellos.

Ventajas: mejora de hermeticidad; reducción no significativa de la capacidad hidráulica por disminución de diámetro; abrasión y resistencia química, dependiendo de los materiales; resiste a presión externa de agua; espacio de trabajo mínimo; y resiste sobrecargas de presión.

Desventajas: se usan en tuberías sin presión; es necesaria la desviación del flujo; reparación adecuada únicamente secciones circulares sin ovalamiento y requiere de preparación previa de la tubería.

3.2. Rehabilitación

Revestimiento con tubos continuos (ISO 11296-2)

El proceso de revestimiento con tubo liso, consiste en tirar o empujar una tubería de diámetro más pequeño, a través de tubería existente; la nueva tubería requiere de resistencia estructural adecuada para reemplazar la

tubería existente. El espacio entre tuberías se rellena con lechada para prevenir la intrusión de agua o gases y permitir la transferencia de cargas entre tuberías. El

revestimiento puede resultar en una reducción significativa del diámetro.

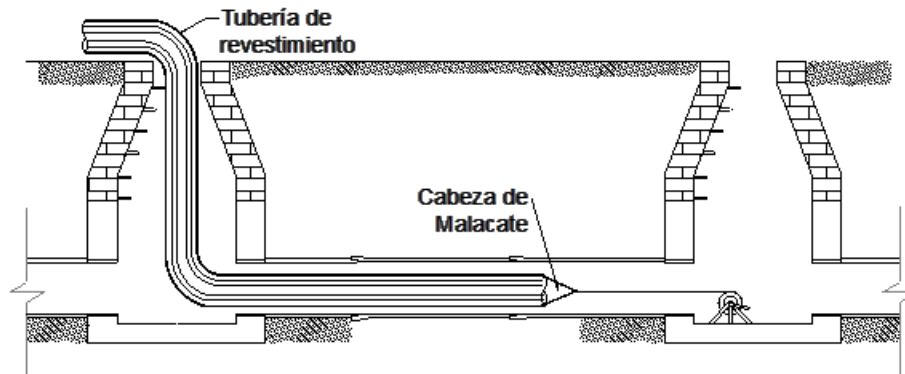


Figura 3. Esquema de rehabilitación con revestimiento con tubos continuos

Ventajas: revestimiento diseñado en espesor para resistir cargas externas o internas; rápida inserción y capacidad de renovación estructural completa; mejora de la capacidad hidráulica por disminución de rugosidad; abrasión y resistencia química dependiendo de los materiales.

Desventajas: se usa en tuberías sin o baja presión, no es aplicable en los pozos de visita; limitado a 2% de desviación con respecto a eje axial (restringido en curvas); disminución del área hidráulica; es necesaria la desviación del flujo y requiere de lechadas entre tubo existente y nueva tubería.

Revestimiento con tubos ajustados (ISO 11296-3)

Consiste en insertar un tubo de materiales flexibles que se adhiere a las paredes del tubo. El proceso puede llevarse a cabo a partir de dos opciones:

- El tubo por insertar se dobla durante la fabricación y es reducido hasta un 40% de su sección final. Durante la aplicación se expande con calor o presión que permita adherirse por completo a las paredes del tubo existente.
- El tubo por insertar se comprime con calor previamente a la instalación, reducido hasta el 10% de su sección total. Una vez dentro del tubo existente, se libera de la fuerza de compresión aplicada y es ajustado a la sección del tubo. Es necesario aplicar lechada para eliminar espacios que permitan el paso

de agua o gases entre paredes de tubería existente y nueva.

Ventajas: espacio de trabajo superficial mínimo; rápida instalación; mejora de la capacidad hidráulica; disminución de rugosidad; abrasión y resistencia química dependiendo de los materiales

Desventajas: no es aplicable en pozos de visita; y es necesaria la desviación del flujo.

Revestimiento con tubos curados in situ (ISO 11296-4)

La técnica de reparación de curado puede ser aplicada en juntas, fisuras radiales, fisuras longitudinales y anomalías locales. La instalación se lleva a cabo mediante la colocación de parches o mangas cortas de fieltro flexibles (que permiten la instalación alrededor de curvas), impregnadas con resina. Después de la instalación, la tela se cura para formar un nuevo tubo de un diámetro ligeramente más pequeño, pero de la misma forma que el tubo original. Finalmente se reabren las conexiones. La nueva tubería no tiene juntas ni costuras y tiene una superficie interior lisa que mejora la capacidad de flujo. Se pueden usar resinas de vinil-éster cuando se requiera una resistencia superior a la corrosión a altas temperaturas. Las resinas epóxicas se utilizan únicamente para la adhesión en la tubería existente.

Ventajas: conservación de capacidad hidráulica y desempeño ambiental; abrasión y resistencia química dependiendo de los materiales; restauración de hermeticidad local; las resinas especiales

proporcionan resistencia a los ácidos; sellado de fugas mecánicamente; mínimo espacio de trabajo; resistente a presión externa de agua; es adecuado para reparar tuberías ubicadas bajo estructuras existentes, donde es necesario minimizar la interrupción del tráfico, ya que usualmente no se requiere excavación.

Desventajas: se usan en tuberías sin presión interna; requiere de preparación previa de la tubería; baja restauración de comportamiento estructural; es necesaria la desviación del flujo y temperatura máxima del efluente a 82° C.

Revestimiento con tubos discretos (ISO 11296-5)

Consiste en introducir tramos de tubo nuevo dentro del tubo existente. Los tubos deben tener un diámetro menor, y deben de insertarse uno por uno, por medio de un malacate, asegurando su unión con membranas, soldadura o juntas. Se recomienda que la nueva tubería quede fijada y sellada con la tubería existente, evitando la circulación de agua o gases peligrosos entre tuberías, además de transferir las cargas a lo largo de la tubería. Con ello se previene un colapso posterior. Ventajas: Ideal en tuberías y pozos de visita; rápida instalación; la resistencia estructural no depende de la adherencia; y el tipo de junta es significativo en el funcionamiento; disminución de la rugosidad; abrasión y resistencia química, dependiendo de los materiales. Desventajas: es necesaria la desviación del flujo; disminución del área hidráulica.

Revestimiento con tiras enrolladas en espiral (ISO 11296-7)

Consiste en construir un nuevo tubo dentro del existente, a partir de unas tiras plásticas ajustables. Para asegurar la hermeticidad de la tubería,

regularmente se aplica una lechada de mortero, además, se sugiere rellenar los espacios entre tuberías para evitar el ingreso de agua o gases peligrosos y la transferencia de cargas para prevenir el colapso.

Ventajas: la técnica no requiere de adhesión al tubo existente; disminución de la rugosidad; rehabilitación de la capacidad estructural; abrasión y resistencia química dependiendo de los materiales, dependiendo del proceso y rapidez no requiere de una desviación importante del flujo.

Desventajas: se usan en tuberías sin presión y en pozos de visita; normalmente se aplica lechada de mortero para asegurar hermeticidad; y requiere de preparación previa de la tubería original; disminución de la capacidad hidráulica por reducción en la sección.

Revestimiento con segmentos de tubos

Consiste en construir un nuevo tubo dentro del existente, a partir de segmentos prefabricados, introducidos por el pozo de visita o excavaciones locales. Esta técnica es similar al revestimiento con tubo continuo. Las uniones mecánicas son ajustadas al tubo existente, mediante soldadura y anclas.

Ventajas: superficie de trabajo sin restricciones especiales; disminución de rugosidad; rehabilitación de capacidad estructural, restablecimiento de la pendiente; abrasión y resistencia química dependiendo de los materiales.

Desventajas: se usan en tuberías sin presión; dificultad para la unión y asegurar la hermeticidad entre segmentos; regularmente necesita lechada; y es necesaria la desviación del flujo; disminución de la capacidad hidráulica por reducción de la sección circular.

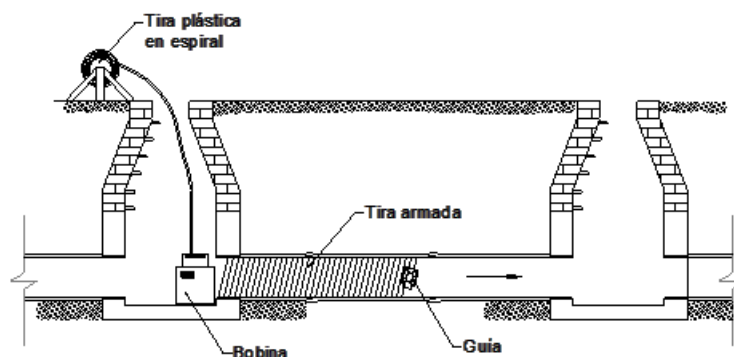


Figura 4. Esquema de rehabilitación por tiras enrolladas en espiral

3.3. Sustitución

Zanjeado en eje

La sustitución de tubería mediante zanja, es el método más común utilizado para la rehabilitación de tuberías y pozos. La técnica contempla la construcción de una nueva tubería en el mismo sitio a reemplazar; puede ser parcial en donde se retira gradualmente la tubería existente e instala la nueva tubería reduciendo el impacto en la sociedad. Es necesario el desvío del flujo, manteniendo una conducción superficial y alineada al tramo por remplazo, impulsada por bombeo, que mantiene el funcionamiento de la red hasta que se tengan las condiciones necesarias para enlazar el nuevo tramo construido, con el resto de la red.

Ventajas: flexibilidad y adaptación a nuevas condiciones hidrológicas, profundidad y tipo de suelo; incremento de la capacidad hidráulica; rehabilitación total de la capacidad estructural y restablecimiento de la pendiente; abrasión y resistencia química dependiendo de los materiales.

Desventajas: requiere espacios amplios de trabajo; es necesaria la desviación del flujo; costos en excavación, apuntalamiento y saneamiento del entorno de la obra; requiere un estudio previo de suelos; alteración de acceso a propiedades residenciales, comerciales e industriales; implicaciones sociales y de salud; y alteración del tráfico vial.

Zanjeado en paralelo

La rehabilitación de tuberías por remplazo en paralelo, es una técnica usada para sustituir la tubería existente por un trazo en la misma dirección. En este caso, el grado de deterioro, las condiciones técnicas y el costo, no son factibles para reemplazar en el mismo sitio. En su mayoría, se construye una zanja a cierta distancia del tramo original y se realizan las obras sin desarticular el resto de la red de tuberías en funcionamiento. Una vez que la tubería nueva cumpla con las condiciones necesarias, es conectada para su funcionamiento.

En todos los casos donde se lleve una rehabilitación de tubería en paralelo y de todas las tuberías de drenaje en desuso, se recomienda eliminar todo tipo de riesgos que puedan generar hundimientos, socavones o contaminación. Por ello, es de vital importancia rellenar las tuberías abandonadas con

material estructuralmente sólido y sellarlas, evitando la proliferación de fauna nociva.

Sin zanja. Microtúnel

Consiste en empujar tubería nueva, guiada por un sistema láser, barreno o escudo de acero giratorio. Existen diversos métodos de microtunelado, dependiendo del escudo que sea empleado.

Microtunelado con escudo de presión: El barreno excava la zona y transporta el material a una zona de vaciado. Por lo regular los escudos empleados son para diámetros superiores a 1400 mm.

Microtunelado con hidro-escudos y lodos: El material excavado es transportado a un área especial de mezclado con lodos y se realiza una separación de sólidos. Con dicho proceso es posible reciclar el lodo y nivelar áreas con suelos blandos. Funciona para diámetros entre 150 mm y 3000 mm, con longitudes mayores a 2.5 km.

Todos los dispositivos son controlados de forma remota, nivelando la pendiente y alineación. Por lo regular el proceso se lleva a cabo entre dos pozos.

Ventajas: flexibilidad y adaptación a nuevas condiciones hidrológicas, profundidad y tipo de suelo; se usa en tuberías sin presión, tuberías a presión y pozos de visita.

Desventajas: requiere un estudio previo de suelos; y requiere espacios amplios de trabajo.

Sin zanja. Hincado en paralelo

El hincado de tubería en paralelo, consiste en el empuje de tubos, sin remoción de suelo, con trazo similar a la tubería existente. La diferencia entre hincado y Microtunelado, es que para el hincado se requiere operadores, mientras que con microtuneladora, el equipo es operado vía remota.

Esta técnica se recomienda para diámetros entre 150 mm y 3000 mm, y materiales prefabricados. Generalmente consiste en tubos de concreto reforzado, diseñados para resistir el empuje y las cargas del suelo, los tubos son limitados hasta tres metros de longitud para evitar pandeo. Durante el proceso, se instalan taladros metálicos a los tubos, para facilitar la instalación. El equipo empleado para el empuje, consiste en cilindros hidráulicos, gatos hidráulicos, escudo y corona que realiza la perforación en el suelo.

Ventajas: capacidad de instalación en zonas concurridas y de alto tránsito.

Desventajas: dificultad de precisión en trazo; y dificultad de aplicación en suelos saturados, con niveles freáticos someros.

3.4. Cálculos requeridos para la especificación de los materiales

Es imperativa la consulta de estándares o normas referentes a la resistencia interna y externa de materiales y tipos de tuberías, para los análisis siguientes considerados como básicos, por lo que es

recomendable la revisión de otros requisitos de desempeño.

Análisis de resistencia y capacidad de carga de la tubería

La resistencia de la tubería ante cargas externas, depende del tipo de tubería a emplear, teniendo:

Tubería rígida (concreto). El uso de tubería de concreto deberá de contemplar la evaluación de la Carga Actuante W_a considerando carga viva y muerta y la carga de Resistencia a la Primera Grieta (RPG_{MIN}); si el valor de la carga resistente es mayor a la carga actuante, se entiende que la tubería resiste.

$$RPG_{MIN} \geq W_a \quad (1)$$

Tubería flexible (plástica). La revisión por resistencia estructural se basa en tres parámetros esenciales en el análisis y diseño de cualquier enterramiento de un conducto flexible: 1) Cargas muertas y vivas, 2) Módulo de reacción del suelo y 3) La rigidez de la

tubería. Estos tres elementos se sintetizan en la ecuación conocida como de IOWA Modificada (Moser, 2008), que permite evaluar la deformación del diámetro:

$$\frac{\Delta y}{D_n} = \frac{(DL(W_c) + W_L)K}{(0.149PS + 0.061E') * 101.97} \quad (2)$$

donde

Δy es la deformación del diámetro, en m

DL es el factor de deflexión de retraso, adimensional con valor de 1.5

W_c es la carga muerta sobre la tubería, en kg

W_L es la carga viva sobre la tubería, en kg

K es el coeficiente de plantilla, adimensional

PS es la rigidez de la tubería, en kPa

E' es el módulo de reacción del suelo, en kPa

Revisión a presión interna

Para tuberías de drenaje plásticas que se encuentren sometidas a carga de presión, es decir, niveles de operación de flujo entre la clave (nivel superior interior) de la tubería y la superficie del terreno, sin desbordar; o por impulsión del flujo mediante equipo

de bombeo. Que son mayores a las presiones de la prueba de hermeticidad, resulta necesario determinar el espesor de pared. Para esto se utiliza la ecuación siguiente en términos del diámetro exterior y el espesor de pared:

$$CP = \frac{2e(HDB)(FD)}{De - e} \quad (3)$$

donde

CP, es la Clase de Presión, en MPa

HDB es la base de diseño hidrostático, en MPa

FD, es el Factor de Diseño con valor de 0.5 para PEAD y PVC ($FD=1/FS$), adimensional
 FS es el Factor de Seguridad, adimensional
 De, es el Diámetro exterior, en m
 e, es el Espesor de pared, en m

4. RESULTADOS

La selección de una técnica de rehabilitación, debe considerar, entre otros aspectos:

- La evaluación del desempeño actual, la cual comprende el conocimiento de las anomalías de cada componente y la identificación de los requisitos de funcionalidad deseados.
- El rendimiento hidráulico, estructural, ambiental y operacional.
- Los métodos de rehabilitación y reparación pueden ser utilizados para casos en los que el estado físico de la tubería presenta daños tales como, erosión y deterioro considerable de pared y obstrucciones sin presencia de infiltración o exfiltración del flujo. Mientras que, los métodos de sustitución son requeridos en presencia de anomalías identificadas como destrucción de

tuberías, flujo a tubo lleno o en contrapendiente dislocamientos, fisuras y erosiones que permitan la filtración o exfiltración del flujo.

- La identificación de las opciones de rehabilitación factibles, involucra el espacio público, tráfico vehicular, injerencia con otras infraestructuras y costos.

Por otro lado, los costos de retirar y sustituir la nueva tubería, y la suspensión del servicio cuando son ejecutadas las obras de zanjeado, determinan la realización de un análisis riguroso de qué técnica debe ser empleada en el sitio. Dicho análisis, únicamente corresponde a un sitio en particular, por lo que no puede ser extensivo en todos los casos de rehabilitación.

En la tabla 1 se muestra el resumen de las características para cada una de las acciones de renovación:

Tabla 1. Resumen de características de las técnicas de rehabilitación

Técnica	Resistencia estructural	Capacidad de flujo	Hermeticidad	Diámetros recomendados (mm)
Reparación				
Reparación por inyección			Mejora	150 -750
Reparación de curado en sitio			Mejora	100
Reparación con concreto lazado	Mejora	Mejora	Mejora	150
Reparación por sellado con dispositivos mecánicos			Mejora	150
Renovación				
Revestimiento con tubo continuo	Mejora	Disminuye	Mejora	100-2000
Revestimiento con tubo ajustado	Mejora		Mejora	100-2800
Revestimiento con curado in situ	Mejora		Mejora	100-2800
Revestimiento con tubos discretos	Mejora	Disminuye	Mejora	100-4000
Revestimiento con tiras en espiral	Mejora	Disminuye	Mejora	100-4000
Revestimiento con segmentos de tubo	Mejora	Mejora	Mejora	100-4000
Sustitución				
Zanjeado	Mejora	Mejora	Mejora	-
Sustitución sin zanja	Mejora	Mejora	Mejora	-

Fuente: Do Céu, M, et. al. (2015).

5. DISCUSIÓN

La importancia del sistema del alcantarillado consiste en dotar de un servicio de calidad a la población, con el fin de evitar problemas de salud pública o daños materiales, por lo cual resulta imperativo el cumplimiento de la normatividad con relación a la calidad del agua de las descargas y hermeticidad del sistema. Para esto, es necesario llevar a cabo tanto el mantenimiento como inspecciones periódicas, con el fin de detectar fallas de manera oportuna y darles un tratamiento adecuado, empleando una metodología de evaluación de la situación actual o sin proyecto y un análisis tanto hidráulico como estructural, con la técnica de renovación seleccionada, para la medida de beneficios al funcionamiento.

En la actualidad se encuentran en proceso nuevas tecnologías que permiten la rehabilitación del sistema de drenaje, pero aún no son recomendables, ya que la mayoría de estas nuevas tecnologías no se encuentran normalizadas y, por lo tanto, no se tiene garantía de un buen desempeño, así como del conocimiento de sus limitantes de aplicación. Además, puede existir un conflicto de intereses por la escasa competencia de distribuidores de estas nuevas tecnologías que elevarían los costos del mercado. Por tal motivo se recomienda que cualquier acción de renovación que se seleccione cuente con un procedimiento normalizado por ISO, ASTM o alguna norma similar a estas.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al momento de seleccionar el método de renovación, es importante tomar en cuenta cada una de sus ventajas y desventajas, así como sus restricciones, ya que se debe realizar de manera particular, de acuerdo a las condiciones urbanas, estructurales e hidráulicas del componente del sistema que se pretende mejorar.

Los métodos de rehabilitación y reparación no solucionan los problemas ocasionados por el deslave del suelo circundante del elemento (Acostillado), por lo cual resulta necesario contemplar como una solución integral, alguno de los métodos de sustitución para proporcionarle estabilidad estructural al elemento mediante plantillas y acostillados adecuados a la zona geotécnica, en donde se ubique, para garantizar el buen funcionamiento hidráulico y estructural, esto aplicable a los casos más desfavorables, donde la capacidad estructural de la tubería se encuentra comprometida o se carece de esta (cavernas). Al considerar un método de rehabilitación para estos casos se da una solución parcial al problema, ya que inevitablemente este tendrá reincidencia a través del tiempo. Dentro de la solución integral se podrá considerar incluso hasta un nuevo trazo y desarrollo vertical, si se observa que las características geotécnicas, sísmicas o de hundimiento son más favorables, que el trazo que se tiene actualmente; mejorando la cobertura de servicio, rendimiento hidráulico, estabilidad estructural, como opción de estudio de alternativa, junto con el análisis de una acción de sustitución.

REFERENCIAS

- ISO (2010), BS EN ISO 11295 Classification and information on design of plastics piping systems used for renovation. Vernier, Geneva, Switzerland
- ISO (2018), ISO 11296-1:2018. Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. Part 1: General; Part 2: Lining with continuous pipes; Part 3: Lining with close-fit pipes; Part 4: Lining with cured-in-place pipes; Part 5: Lining with discrete pipes; Part 7: Lining with spirally-wound pipes; Part 8: Lining with pipe segments; Part 9: Lining with a rigidly anchored plastics inner layer; Part 10: Lining with sprayed polymeric materials. Vernier, Geneva, Switzerland.
- Do Céu, M, et. al. (2015) Rehabilitation of sewers and manholes: technologies and operational practices DOI: 10.13140/RG.2.1.3207.0005.
- Moser, A. P., Steve Folkman (2008), Buried Pipe Design, Mc Graw Hil, USA. DOI: 10.1036/007147689X.

Como citar este artículo:

Cabrera, M., Sánchez, G., Mejía, J., Hernández, C. (2020). Actualidad de las técnicas de renovación de los sistemas de drenaje. *Aqua-LAC* Volumen 12(1), 59-69. doi: 10.29104/phi-aqualac/



Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International
CC BY-NC-SA 4.0 license