



Análisis comparativo entre la metodología convencional y sin zanja abierta en la construcción del sistema de alcantarillado sanitario en el mejoramiento urbano de la ciudad de Jipijapa

Comparative analysis between the conventional methodology and without open ditch in the construction of the sanitary sewerage system in the urban improvement of the city of Jipijapa

Análise comparativa entre a metodologia convencional e sem vala aberta na construção do sistema de esgotamento sanitário na melhoria urbana da cidade de Jipijapa

Mario Daniel Demera- Carvajal ^I
mario.demera@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6443-8410>

Michell Alejandra Ponce -Toala ^{II}
ponce-michell8563@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-2322-3990>

Miguel Terán -García ^{III}
miguel.teran@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0208-4020>

Correspondencia: mario.demera@unesum.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de febrero de 2023 ***Aceptado:** 14 de marzo de 2023 * **Publicado:** 04 de abril de 2023

- I. Ingeniero Civil – Magister en hidráulica mención en Diseño de Obras Hidráulicas- Docente de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa Manabí, Ecuador.
- II. Ingeniero Civil. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador.
- III. Magíster en Arquitectura mención Diseño Urbano, Arquitecto, Docente de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa – Manabí – Ecuador.

Resumen

El presente artículo trata la segunda fase del Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Jipijapa, para ello se abordaron los problemas emergentes en un área clave como lo es el centro de la ciudad, ya que al no poder reparar su red de alcantarillado durante el reciente mejoramiento urbano surgió la necesidad de encontrar métodos alternativos para instalación de tuberías, evitando así ocasionar molestias que traen construir bajo la metodología tradicional con zanja abierta y a su vez afectar una reciente inversión que se dio con recursos públicos. La presente investigación tuvo como finalidad proponer el rediseño del sistema de alcantarillado bajo la metodología sin zanja abierta. La investigación aplicó como método principal el de abducción, así como también fueron de respaldo los métodos estadísticos, descriptivos y científicos. La información técnica recopilada del proyecto fue fundamental para considerar una buena alternativa constructiva la metodología sin zanja considerando que todos los parámetros necesarios de diseño fueran aptos. Finalmente, se determinó que para el mejoramiento urbano de la ciudad de Jipijapa construir bajo esta nueva metodología ayudaría a preservar la inversión que se realizó en el 2021 ya que se considera que los costos son accesibles además de que evitarían interrumpir la circulación vehicular y peatonal, otro punto a favor es que el tiempo de construcción sería más corto lo cual genera menores costos de mano de obra en comparación con el método tradicional.

Palabras claves: alcantarillado sanitario; mejoramiento; urbano; rediseño; metodología.

Abstract

This article deals with the second phase of the Sanitary Sewer Master Plan for the city of Jipijapa, for which the emerging problems were addressed in a key area such as the city center, since not being able to repair its sewerage network during The recent urban improvement arose the need to find alternative methods for the installation of pipes, thus avoiding causing inconveniences that build under the traditional methodology with open ditch and in turn affect a recent investment that was made with public resources. The purpose of this investigation was to propose the redesign of the sewerage system under the open trenchless methodology. The research applied the abduction method as the main method, as well as the statistical, descriptive and scientific methods. The technical information collected from the project was essential to consider the trenchless methodology a good constructive alternative, considering that all the necessary design parameters

were suitable. Finally, it was determined that for the urban improvement of the city of Jipijapa, building under this new methodology would help preserve the investment that was made in 2021 since it is considered that the costs are affordable, in addition to avoiding interrupting vehicular and pedestrian circulation. Another point in favor is that the construction time would be shorter, which generates lower labor costs compared to the traditional method.

Keywords: sanitary sewerage, improvement, urban, redesign, methodology.

Resumo

Este artigo trata da segunda fase do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário para a cidade de Jipijapa, para o qual os problemas emergentes foram abordados em uma área chave como o centro da cidade, uma vez que não conseguiu reparar sua rede de esgoto durante a recente melhoria urbana surgiu a necessidade de encontrar métodos alternativos para a instalação de tubulações, evitando assim causar transtornos que constroem sob a metodologia tradicional com vala a céu aberto e por sua vez prejudicam um investimento recente que foi feito com recursos públicos. O objetivo desta investigação foi propor o redesenho do sistema de esgoto sob a metodologia aberta sem valas. A pesquisa aplicou o método de abdução como método principal, bem como os métodos estatísticos, descritivos e científicos. As informações técnicas coletadas do projeto foram essenciais para considerar a metodologia sem valas uma boa alternativa construtiva, considerando que todos os parâmetros de projeto necessários estavam adequados. Por fim, determinou-se que para a melhoria urbana da cidade de Jipijapa, construir sob esta nova metodologia ajudaria a preservar o investimento feito em 2021, pois considera-se que os custos são acessíveis, além de evitar a interrupção da circulação de veículos e pedestres. Outro ponto a favor é que o tempo de construção seria menor, o que gera menor custo de mão de obra em relação ao método tradicional.

Palavras-chave: esgotamento sanitário, melhoria, urbanismo, redesenho, metodologia.

Introducción

El sistema de alcantarillado habitual de las ciudades modernas consiste en las instalaciones de redes de tuberías conectadas por donde se transporta aguas servidas de las viviendas, fábricas, etc. hacia las plantas de tratamiento. El procedimiento tradicional de la instalación de las tuberías es la apertura de zanjas en el centro de la vía. Por lo general, este proceso de instalación se va dando con

el desarrollo o amplificación de nuevas zonas urbanas en las ciudades por lo que el cierre de la vía no es un problema.

En los países de América Latina, en la década de los ochenta y noventa, las empresas constructoras dedicadas a la ejecución de obras de modificación de tuberías de alcantarillado utilizaron el sistema de fragmentación neumática y exteriorizaron del problema las críticas de evaluación y escaso análisis de componentes relacionados a factores que se relacionan con el diámetro de tuberías instalada, los diámetros de la tubería a instalar de HDPE.

El alcantarillado sanitario en el sector céntrico de la ciudad Jipijapa que comprende un polígono de 17 manzanas que se detalla en la tabla 2, presenta en la actualidad deficiencias o fallas producto de varios factores (vida útil, daños en cámaras, fisuras en las tuberías, tuberías antiguas, desacoples en accesorios etc.) que se van subsanando de manera provisional por el GAD municipal y la Empresa de aguas (EMAPAGSJJ), ya que dicho sistema cuenta con estudios de evaluación, diagnósticos y diseños del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial con el aval técnico de Senagua y el financiamiento de la primera fase por el Banco de Desarrollo.

El Plan Maestro de Alcantarillado tiene 4 fases, la primera fase contempla a la zona norte de Jipijapa, (fase que ya fue ejecutada por el GAD cantonal) se interconectará provisionalmente a la segunda fase (centro de Jipijapa). La segunda Fase tiene una antigüedad de 40 años, misma que incluirá el colector principal de recolección sobre la calle Alejo Lazcano y deberá interconectarse las aguas servidas de la zona sur de redes existentes y la zona este de la ciudad. La tercera Fase (sur de la Ciudad) incluye el colector principal hasta la planta de tratamiento de aguas servidas. La cuarta fase (sur de la ciudad) es la final y puede seguir funcionando interconectada provisionalmente a la segunda fase, hasta que se construya.

La presente investigación se centra en la segunda fase de dicho plan maestro del cantón jipijapa, específicamente en un rediseño constructivo del sistema de alcantarillado sanitario, que se enfocará dentro de la intervención del polígono que se ha mejorado por el municipio de jipijapa.

Existen varios métodos para el cambio de tuberías dentro del inmenso mundo de la ingeniería, el tradicional es el método con Zanja, el mismo que permite realizar un cambio de tubería desde la parte superior e ir bajando, el método sin Zanja es un método utilizado para tratar de disminuir el daño a una estructura que tenemos en la superficie, muy utilizado actualmente. Se analizará también la factibilidad al realizar este método en el polígono del mejoramiento urbano de la zona

central del cantón, teniendo en cuenta el Costo- Beneficio de dicho diseño y el gasto realizado en el reciente mejoramiento en la zona central del cantón.

Desarrollo

Sistema de alcantarillado sanitario

Las redes de alcantarillado o los sistemas de alcantarillados tienen como función el retiro o la recolección de las aguas que ya han sido utilizadas en una población (aguas residuales) y también de aguas pluviales (Jiménez, 2016), mientras que Daniel Arce indica que es consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por la lluvia. Cabe destacar que toda población que se abastezca de agua potable necesita de un sistema de evacuación al cual denominamos alcantarillado, tiene como objetivo recibir, evacuar y conducir las aguas servidas. Se clasifican en sistema de alcantarillado convencionales y no convencionales. (Alcantarillado sanitario, s.f.)

Metodologías de construcción para alcantarillados

Método tradicional: El método tradicional para la reposición o mantenimiento de las tuberías en alcantarillados básicamente se basa en excavaciones y movimientos de tierra a máquina o manual donde por medio de una zanja horizontal se procede a la instalación de las tuberías. (Buitrago, 2021)

Método sin zanja: Este método se caracteriza principalmente porque no se necesita abrir grandes zanjas para una instalación o rehabilitación en la tubería, basta con romper al inicio y a la salida del tramo de la red. (Fernando, 2018, p. 13)

La instalación de tuberías sin zanja, es un método de instalación cuya finalidad es sustituir, reparar o construir una nueva tubería sin la necesidad de abrir zanjas para su instalación. Normalmente los tubos que se instalan tienen un diámetro no mayor de 3 metros (muy pocas se acercan a los 3 metros). (Nuevoaristegui, 2015, párr. 2) La tecnología sin zanjas no solo beneficia a las personas y al medio ambiente porque es menos invasiva, sino que también es económicamente factible debido a los costos directos más bajos en comparación con los métodos tradicionales. (Vidal, 2004) Dentro de las políticas para la utilización de tecnologías sin zanja se recomienda que antes de entrar a rehabilitar una estructura de servicio público o sistemas de redes de tubería, se realice un proceso de limpieza de la red. Hoy en día podemos encontrar una gran variedad de equipos eficientes

especiales para abordar este tipo de funciones como por ejemplo los equipos sofisticados de succión y presión, los cuales garantizan la remoción de cualquier tipo de material, sedimento o grasa existente que impida mediante robots dotados de cámaras con circuito cerrado, proceder posteriormente a realizar el proceso de inspección de la red. (Daza, 2011)

Técnicas de instalación de tubería sin zanja abierta

Fractura de tuberías: La fractura de tuberías (Pipe Bursting) es un procedimiento que consiste en destruir el tubo existente para luego instalar la tubería nueva, sin disminución en la sección y en algunos casos se puede ampliar la misma, se recomienda para tuberías entre 80 y 1000 mm, recomendada para redes de acueducto y gas. (Rodríguez et al., 2021, p. 19)

Es un método de reemplazo en línea de tuberías facturables mediante la aplicación de una fuerza en su interior. Un dispositivo de expansión se introduce en la tubería defectuosa, rompiéndola y facilitando la introducción de la nueva tubería que viene detrás (Sánchez Valencia, 2011)

Reentubado: Es un sistema donde se reemplaza la tubería nueva por la existente, esta técnica está limitada para tuberías existentes que puedan disminuir el diámetro, se puede instalar en diferentes diámetros y formas. (Sánchez, 2011)

Revestimiento deslizante continuo: (Slip lining) se utiliza para tuberías entre 100 y 1700 mm, para diferentes tipos de servicio y para los casos que permitan reducción de la sección transversal, la sección de polietileno es soldado al inicio y al final y se puede instalar de hasta 700 metros. (Rodríguez et al., 2021, p. 19)

Tubería polimerizada in situ: (Cured in place pipe) es un encamisado con manga reversible, se puede utilizar en tuberías principales y secundarias de alcantarillado, son tuberías flexibles de fibra de poliéster resistente al ácido en dimensiones entre 50 y 2000 mm con un grosor de 3 a 50mm, según los requisitos. (Buitrago, 2021)

Tuberías fundidas: (Thermoformed pipe) consiste en ingresar la tubería y ampliarla con vapor y aire para anclarla a la tubería existente, el espesor final puede ser inferior a 1mm. (Rodríguez et al., 2021, p. 19) Para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado este método es ampliamente utilizado. Su larga duración, naturaleza inerte, y no toxicidad, lo hacen apropiado para su uso con agua potable. Las tuberías fundidas se utilizan tanto en conducciones que funcionen por acción de la gravedad, como aplicaciones en las que el fluido vaya a presión.. (Laurido, 2016)

Costos en la metodología sin zanja abierta

De acuerdo a las organizaciones promotoras de las metodologías sin zanja y su tecnología asociada, así como estudios realizados en diferentes partes del mundo, indican que se mejoran los tiempos de ejecución y reducen los costos, con la utilización de metodologías sin zanja. Las metodologías sin zanja permiten llevar a cabo, con menores costes económicos y en tiempo récord, todas las actividades relacionadas con los servicios enterrados. Y todo ello sin generar trastorno a los ciudadanos. (Vinagre, 2014)

Materiales y métodos

La presente investigación aplicó como método principal el de abducción, así como también fueron de respaldo los métodos estadísticos, descriptivos y científicos. La metodología aplicada se respalda de investigación bibliográfica, así como el estudio de campo manejando estrictos parámetros de confiabilidad.

Método de abducción: Mediante el cual con el problema planteado se determinó una alternativa viable aplicando una solución innovadora en el sector de la construcción.

Método estadístico: Se utilizó para la recolección de datos y posterior análisis, presentándolos como resultados en forma de un estudio costo - beneficio de la metodología constructiva aplicada a la obra en que está centrado este proyecto.

Método descriptivo: Permitió la aplicación de principios generales a casos particulares, a partir de ciertos enlaces de juicios.

Método científico: Respaldo la investigación bibliográfica de tesis y libros (físicos y online), así como el estudio de campo manejando estrictos parámetros de confiabilidad.

Resultados

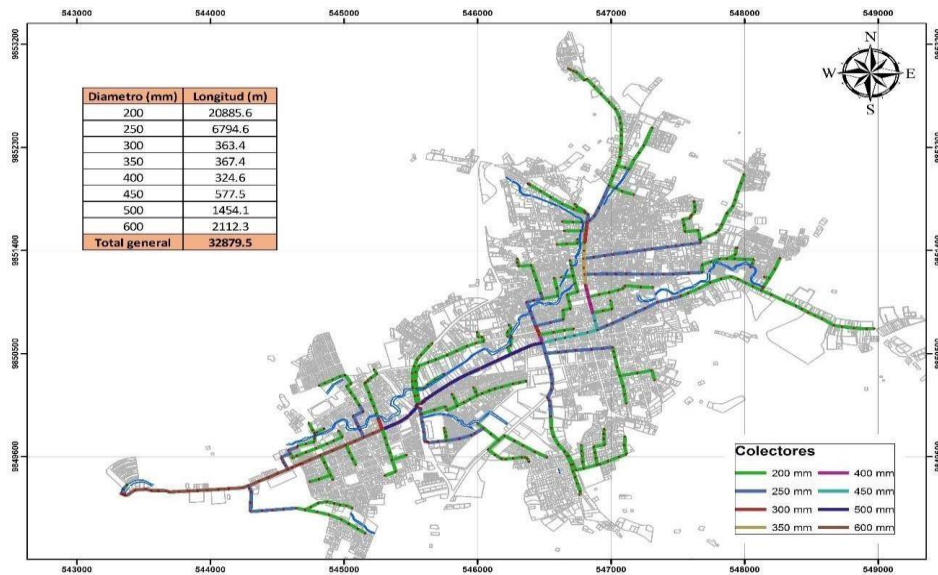
La zona donde se realizó el mejoramiento urbano y donde se plantea el rediseño del alcantarillado es en un polígono que cuenta con 17 manzanas y con extensión de intervención de 9.4 Ha (Contrato de licitación de obra por concepto de construcción de aceras adoquinadas, bordillos, mobiliario urbano, señalética horizontal, incluye mejoramiento de calzada en la zona central del cantón Jipijapa., 2020, p. 4) A continuación, se muestra las manzanas y calles que intervienen en el rediseño del alcantarillado:



Para este proyecto de titulación se tomaron en cuenta solo las redes de alcantarillado que se encuentran en la zona céntrica de la ciudad.

Figura 1

Red de alcantarillado existente en la zona intervenida



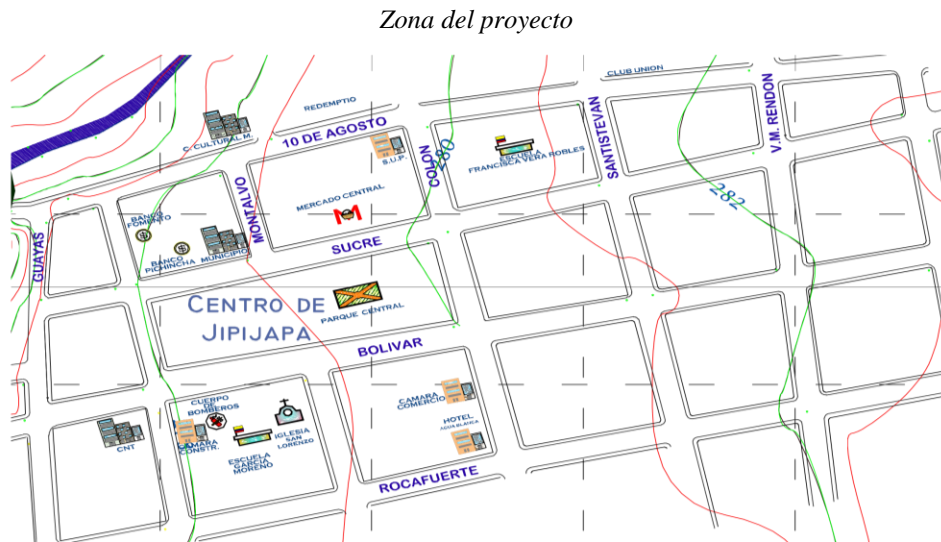
En la tabla 1 se mostrarán los porcentajes en la zona de estudio del tipo de servicio de AASS que tienen los habitantes.

Tabla 1

Tipos de conexión domiciliar de aguas servidas en la zona de estudio

ZONA	1	2	3	4	1.2	1.4	2.3
CENTRO	98.90%	0.82%	0.00%	0.27%	0.00%	0.00%	0.00%

Figura 2



Parámetros hidráulicos en la red de alcantarillado sanitario de la zona de estudio

Tabla 2

Resultados con condiciones de población estado actual en tuberías.

Etq.	Nodo	Nodo Final	Diam (mm)	Elev.	Terreno	Inicial (m)	Elev.	Terreno	Final (m)	Invert	(Inicio) (m)	Invert	(Fin) (m)	Pendiente	(m/m)	Tirante	Tirante	Tirante	Inicial/Dia	Tirante	Final/Diam	Flujo (L/s)	
C	O-	MH	20																				
22	A0	-	0	280,6		279,81			278,	278,	0,00	0,0	0,0	0,0	30,00	25,00						4,9	
0	56	199							91	33	74	6	5	%	%								
C	O-	MH	20																				
22	-	A0	0	279,81		278,41			278,	275,	0,03	0,0	0,0	30,00	15,00							4,9	
1	57	199							3	65	15	6	3	%	%								

C														
O-224	MH - 202	A0 57	40 0	278,07	278,41	275, 5	275, 3	0,00 3	0,2 3	0,3 4	57,50 %	85,00 %	104, 51	
C														
O-225		A0 58	A0 59	20 0	280	280	278, 57	278, 15	0,00 55	0,0 3	0,0 3	15,00 %	15,00 %	1,65
C														
O-226	MH - 205	A0 59	20 0	280	279,19	278, 1	277, 5	0,00 9	0,0 5	0,0 4	25,00 %	20,00 %	3,91	
C														
O-227	MH - 205	A0 60	20 0	279,19	277,65	277, 4	275	0,03	0,0 5	0,0 3	25,00 %	15,00 %	3,91	
C														
O-228	MH - 207	A0 57	40 0	278,41	277,99	275, 3	275, 13	0,00 25	0,2 5	0,3 1	62,50 %	77,50 %	109, 88	
C														
O-229	MH - 207	A0 60	40 0	277,99	277,65	275, 1	274, 8	0,00 39	0,2 4	0,2 2	60,00 %	55,00 %	109, 88	
C														
O-247	MH - 225	A0 83	20 0	277	276	272, 6	272, 29	0,00 37	0,0 6	0,0 6	30,00 %	30,00 %	6	
C														
O-248		A0 83	A0 86	20 0	276	275,68	272, 25	272, 05	0,00 33	0,0 7	0,0 7	35,00 %	35,00 %	6,63

24															
9															
C															
O-250	A0 86	MH - 229	20 0	275,68	275,6	272	271,79	0,00 34	0,0 7	0,0 7	35,00 %	35,00 %	6,95		
C															
O-251	A0 87	MH 229	20 0	275,6	275,06	271,75	271,55	0,00 35	0,0 7	0,0 7	35,00 %	35,00 %	6,95		
C															
O-252	A0 87	A0 89	20 0	275,06	274,95	271,5	271,03	0,00 58	0,0 7	0,0 6	35,00 %	30,00 %	7,74		

Tabla 3

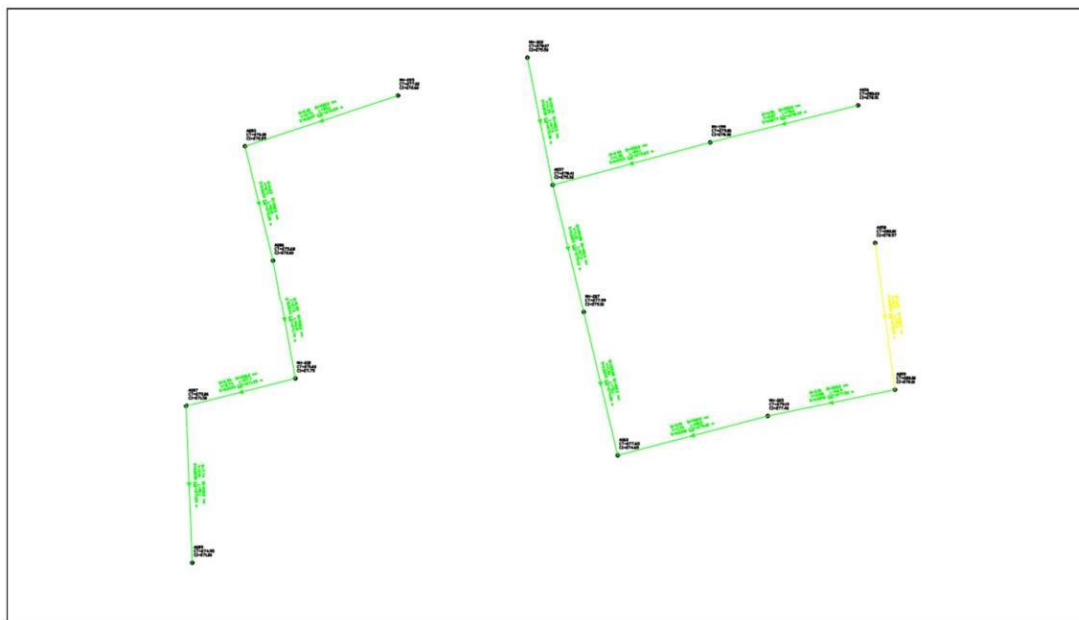
Condiciones hidráulicas.

Línea de Grad.	Hidráulico (Ent) (m) Línea de Grad.	Hidráulico (Sal) (m)	Línea de Energía (Ent) (m)	Línea de Energía (Sal) (m)	Long (m)	Velocidad Máxima	Cobertura promedio (m)	Descripcion Perfil	Numero de Froude	Esfuerzo	Autolimpia nte (Pa) Línea de	Energía > Terreno? Línea de Grad. >	Línea de Energía ^	Corona Tubo? Línea de Grad. >	Corona Tubo? Condicion
278,97	278,38	278,99	278,42	78,6	0,87	1,4	S2	1,531	2,006	NO	NO	NO	NO	nu ev o	
278,36	275,68	278,38	275,79	84,1	1,46	1,9	S2	3,095	6,215	NO	NO	NO	NO	nu ev o	

275,73	275,64	275,83	275,68	67	1,39	2,4	S1	S	3,189	1,012	NO	NO	NO	NO	nu ev o
278,6	278,18	278,62	278,28	76,4	0,57	1,4	S2	1,281	0,985		NO	NO	NO	NO	nu ev o
278,15	277,54	278,17	277,58	66,9	0,88	1,6	S2	1,677	2,116		NO	NO	NO	NO	nu ev o
277,45	275,03	277,47	275,12	80	1,34	2	S2	2,993	5,414		NO	NO	NO	NO	nu ev o
275,55	275,44	275,64	275,54	67,4	1,31	2,6	M1	0,899	2,814		NO	NO	NO	NO	nu ev o
275,34	275,02	275,44	275,14	76,1	1,56	2,5	S2	1,185	4,085		NO	NO	NO	NO	nu ev o
272,66	272,35	272,69	272,38	83,1	0,73	3,9	S2	1,097	1,281		NO	NO	NO	NO	nu ev o
272,32	272,12	272,34	272,14	60,8	0,71	3,5	S2	1,031	1,208		NO	NO	NO	NO	nu ev o
272,07	271,86	272,1	271,89	61,8	0,73	3,5	S2	1,043	1,267		NO	NO	NO	NO	nu ev o
271,82	271,62	271,85	271,65	57,7	0,74	3,5	S2	1,054	1,287		NO	NO	NO	NO	nu ev o

271, 57	271,09	271,6	271,1 4	81, 1	0,91	3,5	S2	1,366	2,02	NO	NO	NO	NO	nu ev o
------------	--------	-------	------------	----------	------	-----	----	-------	------	----	----	----	----	---------------

A continuación, se muestra la modelación realizada en el programa Sewercad de la red de alcantarillado sanitario a rediseñar.



La tabla 4 demuestra el costo total de tubería instaladas por cada método, teniendo como más económico el método sin zanja, sin embargo, como el proyecto busca minimizar el daño a una reciente inversión se considera que la metodología sin zanja es una opción viable que permite reducir molestias en la ciudadanía además que el tiempo de instalación es mucho menor.

Tabla 4

Resumen costo estimado usando cada uno de los métodos.

Metodología con zanja abierta	Metodología sin zanja
\$98.102,13	\$277.05,63

Conclusiones

La necesidad de instalar, renovar y rehabilitar redes ubicadas en sectores poblados con espacios superficiales reducidos pueden reflejar mayores costos directos con la metodología sin zanja, que el proceso convencional, sin embargo, en un enfoque global, considerando costos indirectos, el impacto social y ambientales que se generan, se evidencia un costo conveniente bajo mediante la metodología sin zanja ya que ayudará a preservar la inversión de obras anteriores y evitar ocasionar molestias en la población de la zona de estudio.

La metodología tradicional con zanja es la más conveniente para realizar una renovación de tubería existente, en un andén de una zona urbana habitada, si se mira en términos económicos, ya que sus costos directos son inferiores. Pero si lo que se busca es reducir tiempos de ejecución, disminuir la posibilidad de reprocesos, minimizar el impacto social y ambiental en términos de afectaciones a la movilidad y de emisiones de ruido y material particulado, la metodología más apropiada para la intervención es la de sin zanja abierta, pese al costo del presupuesto.

Referencias

1. Alcantarillado sanitario. (s. f.). Recuperado 14 de marzo de 2022, de https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf
2. Buitrago Montañez, W. A. (2021). Análisis de la efectividad de los métodos sin zanja (Pipe Bursting y perforación horizontal dirigida PHD) para renovación de redes y cruces viales de redes de acueducto y alcantarillado en Bogotá D.C. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
3. Daza, J (2011) “Procedimiento de ejecución de proyectos para redes de alcantarillado: Renovación de tubería con tecnología sin zanja” [Nota Técnica], Bogotá Colombia, Pavco
4. Duque Villarreal, N. (2015). Metodología para el diseño optimizado de redes de alcantarillado [Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/13046/u713875.pdf?sequence=1>
5. Fernanda, C. A. M. (2018). Análisis comparativo entre los métodos de zanja abierta y Pipe Bursting en la rehabilitación de tubería de AA.SS de la la av. Martha B Roldós e 13r Rjon. 17b y calle 1era. 97.

6. Jiménez Terán, J. M. (s.f.). Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. México: Universidad Veracruzana
7. Laurido, L. J. B. (2016). Ventajas y desventajas entre el método tradicional (con zanja) y el método moderno (sin zanja) en la rehabilitación del alcantarillado en la ciudad de Guayaquil (casco comercial). 89.
8. Sánchez Valencia, L. (2011). Tecnologías promisorias para renovación y rehabilitación de tuberías en sistemas de alcantarillado. Universidad de los andes, Bogotá. Colombia.
9. Rodríguez Hernández, C. P., & Murcia Martínez, M. A. (2021). Evaluación de la gestión del tiempo y costo para un proyecto de rehabilitación de tubería de alcantarillado comparando el método constructivo con zanja abierta vs rehabilitación sin zanja (cipp) bajo lineamientos pmbok v.6. Universidad Católica de Valparaíso. (2018).
10. Vidal, F. E. V. (2004). Técnicas de construcción fundamentadas en la tecnología sin zanjas. 208.
11. Vinagre García, (2014), Entrevista a Ángel Ortega, presidente de la Asociación Ibérica de Tecnología Sin Zanja (IbSTT), editorial de Tecnoaqua

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).