



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“MÉTODO CONVENCIONAL Y EL MÉTODO
FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS, EN LA
REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE
CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Edson David Herrera Cerna

Asesor:

Ing. Dr. Luis Alberto Acosta Sánchez

Cajamarca - Perú

2020

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	32
CAPÍTULO III. RESULTADOS	68
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	87
REFERENCIAS	90
ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01 Costo Directo Cambio de Colector de 315 mm – Tecnología Fragmentación de Tuberías

Tabla N°02 Costo Directo Cambio de Tubería de 315 mm – Método Convencional

Tabla N°03 Resumen comparativo de costos directos

Tabla N°04 Cronograma de ejecución de obra – Método Convencional

Tabla N°05 Cronograma de Actividades – Fragmentación de tuberías

Tabla N°06 Tabla de Evaluación de Impactos – Matriz de Leopold

Tabla N°07 Matriz de Identificación – Tecnología Fragmentación de tuberías

Tabla N°08 Matriz de Identificación – Método Convencional “Rehabilitación de la Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”

Tabla N°09 Matriz de Leopold – Tecnología Fragmentación de tuberías

Tabla N°10 Matriz de Leopold – Método Convencional “Rehabilitación de la Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”

Tabla N°11 Costo Directo Cambio de Colector de 315 mm – Tecnología Fragmentación de Tuberías

Tabla N°12 Análisis de Precios Unitarios – Tecnología Fragmentación de Tuberías

Tabla N°13 Costo Directo Cambio de Tubería de 315 mm – Método Convencional

Tabla N°14 Resumen comparativo de costos directos- Fragmentación de tuberías y Método Convencional

Tabla N°15 Cronograma de Actividades de la Tecnología Fragmentación de Tuberías

Tabla N°16 Rendimiento - Tecnología Fragmentación de Tuberías

Tabla N°17 Rendimiento – Método Convencional

Tabla N°18 Tiempo de Ejecución – Tecnología Fragmentación de Tuberías

Tabla N°19 Matriz de Identificación – Tecnología Fragmentación de Tuberías

Tabla N°20 Matriz de Identificación – Método Convencional “Rehabilitación de la Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”

Tabla N°21 Matriz de Leopold – Tecnología Fragmentación de tuberías

Tabla N°22 Matriz de Leopold – Método Convencional “Rehabilitación de la Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”

Tabla N°23 Cuadro Comparativo –Impacto Social y Ambiental - Método Convencional vs. Tecnología Fragmentación de tuberías

Tabla N°24 Reducción Porcentual –Impacto Social y Ambiental - Método Convencional vs. Tecnología Fragmentación de tuberías

Tabla N°25: Características técnicas de tuberías PE 100

Tabla N°26: Propiedades físicas de tuberías PE 100 según sus dimensiones

Tabla N°27: Especificaciones Técnicas BASIC 315

Tabla N°28: Especificaciones Técnicas HG-12

Tabla N°29 Especificaciones Técnicas Topo Neumático

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura N°01: Calicatas – Verificación de interferencias
- Figura N°02: Tubería soldada de HDPE habilitada para la fragmentación
- Figura N° 03: Inspección Televisiva – Tuberías de PVC
- Figura N° 04: Operarios demoliendo pared externa de buzón
- Figura N°05: Desvío de flujo existente con motobomba de 4”
- Figura N°06: Operario realizando el corte de la ventana de inserción
- Figura N°07: Excavación de ventana con retroexcavadora y un vigía
- Figura N°08: Instalación de la tubería por la ventana de inserción
- Figura N°09: Instalación de los anclajes del winch por el buzón de salida
- Figura N°10: Perforación de la tubería para empalmar el cabezal de rotura
- Figura N°11: Ingreso del Topo hidráulico por la tubería nueva de HDPE
- Figura N°12: Puesta del grillete a la montura del topo unido al cable del winch
- Figura N°13: Tubería del HDPE ingresado por tubería existente de CSN
- Figura N°14: Llegada de la tubería en el buzón de salida
- Figura N°15: Excavación de Conexión
- Figura N°16: Electrofusión de conexión con colector
- Figura N°17: Compactación de conexión
- Figura N°18: Densímetro Nuclear Norma ASTM D-2922
- Figura N°19: Reposición de carpeta asfáltica en ventanas y conexiones
- Figura N°20: Limpieza y eliminación y material excedente a pulso
- Figura N°21: Corte de pavimento de concreto
- Figura N°22: Rotura de pavimento con retroexcavadora
- Figura N°23: Excavación de zanjas con retroexcavadora
- Figura N°24: Tendido e instalación de tuberías de PVC
- Figura N°25: Relleno y compactación de tramo
- Figura N°26: Reposición de techo de buzón
- Figura N°27: Reposición de pista con concreto premezclado
- Figura N°28: Casilla Magnitud e Importancia – Matriz de Leopold
- Figura N°29: Porcentaje del Costo Directo Mét. Fragmentación de tuberías vs Mét. Zanja Abierta
- Figura N°30: Clasificación de las Tecnologías sin zanja
- Figura N°31: Método Fragmentación de Tuberías (Pipe Bursting)

Figura N°32: Método Fragmentación de Tubería Dinámica

Figura N°33: Método Fragmentación de Tubería Estática

Figura N°34: Equipo de Termofusión BASIC 315

Figura N°35: Colocación de plato calefactor

Figura N°36: Esquema del sistema de limpieza de máquina de balde

Figura N°37: Operario sacando material de Buzón

Figura N°38: Cadena y Balde – Máquina de Balde

Figura N°39: Vista de la inspección televisiva en un colector de PVC

Figura N°40: Hydroguide HG-12

Figura N°41: Winche HG-12 posicionado

Figura N°42: Topo neumático modelo 5 ¾”

Figura N°43: Compresora SULLAIR de 375 PCM

Figura N°44: Cabezal de rotura o expansor

Figura N°45: Pasacables tipo Cobra de 150 ml

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Rendimiento o avance por día, método fragmentación de tuberías

RESUMEN

En Ingeniería Civil, es primordial el uso de nuevas Tecnologías para estar a la vanguardia en el ámbito de la construcción, con el objetivo de obtener los resultados requeridos, al menor costo, al menor tiempo de ejecución y generando impactos sociales y ambientales al mínimo, con la misma o mejor calidad.

Es por ello que el presente trabajo de Investigación, es el punto de inicio en proporcionar información y el cómo ejecutar una de las muchas Tecnologías sin Zanja, llamada Fragmentación de Tuberías.

El diseño de investigación es descriptivo-comparativo, el enfoque de investigación es cuantitativa, este trabajo también abarca a una investigación no experimental- transversal.

Por lo antes mencionado, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado en la ciudad de Cajamarca, comparándolo de manera cuantitativa, en los siguientes aspectos: costos directos, tiempo de ejecución e impactos sociales y ambientales.

Obteniendo como principal conclusión en que el Método Fragmentación de Tuberías, genera diferencias significativas, ante el método convencional, minimizando los impactos sociales y ambientales y reduciendo los costos y tiempos de ejecución.

Palabras Claves: Tecnologías sin Zanja, costo directo, tiempo de ejecución, impactos sociales y ambientales, calidad, Fragmentación de Tuberías, Rehabilitación, redes de alcantarillado y método convencional.

ABSTRACT

In Civil Engineering, the use of new technologies is essential to be at the forefront in the field of construction, with the aim of obtaining the required results, at the lowest cost, at the shortest execution time and generating social and environmental impacts at a minimum, with the same or better quality.

That is why this Research Thesis is the starting point in providing information and how to execute one of the many Trenchless Technologies, called Pipe Bursting.

The research design is descriptive - comparative, the research approach is quantitative, this work too includes a non-experimental and transversal research.

For the aforementioned, the main objective of this research work is to determine the difference between the conventional method and pipe bursting method, in the rehabilitation of the sewerage system in the city of Cajamarca, comparing it qualitatively, in the following aspects: direct costs, execution time and social and environmental impacts.

Obtaining as the main conclusion that the Pipe Bursting Method generates significant differences, compared to the conventional method, minimizing social and environmental impacts and reducing costs and execution times.

Keywords: Trenchless Technologies, direct cost, execution time, social and environmental impacts, quality, Pipe Bursting, rehabilitation, sewer networks and Conventional Method.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

1. Kramer, S.; McDonald, W & Thomson, J. 1992. An Introduction to Trenchless Technology. New York, United States – 1st ed. 1992.
2. Gutiérrez, J. 2006. Method selection for trenchless technology (TT) in South America. Louisiana Tech University. Master of Science in Civil Engineering. August, 2006.
3. Mínguez, F. 2015. Métodos de excavación sin zanjas. Tesis Master. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
4. EPS Sedacaj. 2019. Plan Maestro Optimizado Quinquenio 2019-2023 – Pág 45 y 46. Abril – 2019.
5. Sedapal. (n.d). *Tecnología sin Zanja*. <http://www.sedapal.com.pe/tecnologia-sin-zanja>.
6. Icadat. (n.d). *Relación de Obras Ejecutadas, Descripción de Trabajos*. <http://www.grupoicadat.com/sistema/data/file/proyectos.pdf>.
7. Arriagada, F. 2005. Renovación de tuberías de alcantarillado mediante sistema de fragmentación neumática o cracking. Universidad Austral de Chile. Valdivia - Chile.
8. Alarcón, A. & Pacheco, J. 2014. Comparación tecnológica y costos del método de instalación de tuberías sin zanja (trenchless) más eficiente para los suelos encontrados en un proyecto de Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana Bogotá. Bogotá – Colombia.
9. Elao, E. & Miranda, R. 2019. Diagnóstico y rehabilitación del sistema de alcantarillado sanitario para la escuela de infantería aérea (EIA) de la ciudad de Guayaquil. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en ciencias de la tierra. Guayaquil – Ecuador.
10. Joao, T. 2017. Plan de rehabilitación de la red de alcantarillado sanitario de la ciudadela Nueva Esperanza del Cantón san Vicente. Universidad Estatal del Sur de Manabí – Facultad de Ciencias Técnicas. Jipijapa – Manabí – Ecuador.
11. Bruno, W. 2018. Método de fragmentación para reducir costos en rehabilitación de alcantarillado de la obra Lima Norte 3 – 2018. Universidad César Vallejo. Lima – Perú.

12. Luna, J. 2018. Descripción, análisis comparativo y evaluación de las tecnologías: sin zanja y convencional para la renovación del sistema alcantarillado en el sector bajo de Miraflores- Distrito de Miraflores. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa – Perú.
13. Ramos, M. 2016. Mejoramiento y rehabilitación del sistema de agua y alcantarillado del caserío de Chalán, Distrito de San Miguel Iglesias, Provincia de Celendín, Departamento de Cajamarca, 2016. Universidad César Vallejo – Facultad de Ingeniería. Trujillo – Perú.
14. Yeun, J., & Sunil, S. (2004a). Trenchless Technology: An efficient and environmentally sound approach for underground municipal pipeline infrastructure systems. Presented at the No-Dig 2004, New Orleans, Louisiana.
15. Yeun, J., & Sunil, S. (2004b). Trenchless Technology: An efficient and environmentally sound approach for underground municipal pipeline infrastructure systems. Presented at the No-Dig 2004, New Orleans, Louisiana.
16. Asociación Ibérica de tecnologías Sin Zanja. (2013). *Manual de tecnología sin zanja* (2013th ed.).
17. International Pipe Bursting Association (IPBA), Guideline for Pipe Bursting – January 2012.
18. Barbosa, G. 2013. Estudio de la Aplicación de Tecnologías Trenchless En Bogotá, Universidad Católica de Colombia- Bogotá – Colombia.
19. Read, G. 2004. Sewers: Replacement and New Construction. 1ª Edition Gran Bretaña, Elsevier Butterworth Heinemann.
20. Giroux, S. & Tremblay, G. 2004. Metodología de las Ciencias Humanas, La Investigación en acción; trad. de Beatriz Álvarez Klein. – Méxicio:FCE, 2004. 280 pp. ISBN: 978-968-16-7378-9.
21. Oshiro, M. 2012. Ficha estándar de familia del Catálogo de bienes, servicios y obras del MEF. Ficha Estándar N°4. Familia 96980009 Tubos de Polietileno. Dirigido a Gobierno Nacional, Gobierno Regional y Gobierno Local. Oficina General de Tecnologías de la información del Ministerio de Economía y Finanzas. Lima, 5 de octubre de 2012.
22. Marín, P. 2004. Trabajo de Grado para optar el título de Ingeniera Civil. Estudio de la factibilidad técnica y económica, del uso de nuevos sistemas de instalación y/o reemplazo de tuberías, sin excavación de zanjas, para conducciones de agua

- potable. Universidad Industrial de Santander Facultad de Ciencias Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil – Bucaramanga – Colombia.
23. Viana, F. 2004. Técnicas de Construcción fundamentadas en la Tecnología sin Zanjas. Trabajo de graduación de la Universidad de San Carlos de Guatemala Octubre de 2004.
 24. Resolución Ministerial N°019-2014-Vivienda, Guía de Métodos para Rehabilitar o Renovar redes de distribución de agua potable.
 25. Zlokovitz, R. & Juran, I. 2005. Trenchless technology Solutions for professional training sessions, Chapter 6, February 2005.
 26. Norma Técnica Peruana – NTP-ISO 8772 2009. Sistema de tuberías Plásticas para drenaje y alcantarillado subterráneo sin presión.
 27. Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos (AseTUB)- Informe Técnico – Soldadura Térmica en tuberías de polietileno (PE), Mayo 2010.
 28. Ritmo Plastic Welding Tecnology (s.d) - <https://www.ritmo.it/es/butt-fusion-for-pressure-pipe/basic-315-4/>.
 29. Chumpitaz, J. 2015. Procesos constructivos en el mantenimiento y reparación de redes de alcantarillado. Universidad Nacional de Ingeniería – Lima.
 30. Artes Metálicas Loja (s.n) Manual de Operación de Máquinas de Baldes – Contratista.
 31. Hammerhead Trenchless (s.n). <https://www.hammerheadtrenchless.com/products/hydroguide%C2%AE-cable-winch>.
 32. Leopold, L.B., Clarke, F.E. Hanshaw, B.B., y Balsley, J.R. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey Circular 645. U.S.D.I. Washington, D.C.
 33. Godoy, R. 2018. Estudio del Sistema de Fragmentación neumática de alcantarillado o Cracking, como mejora en el proceso constructivo en el Perú 2018. Universidad César Vallejo – Lima – Perú.
 34. Rosales, J. 2018. Análisis comparativo de excavación sin zanjas y excavación convencional para un sistema de red alcantarillado, Calle los Manzanos, San Isidro, 2018. Universidad César Vallejo – Lima – Perú.
 35. Pérez, J. & Ramos, M. 2017. Métodos Constructivos Tradicional vs. Pipe Bursting en obras de Agua Potable y Alcantarillado en zonas Urbanas del Distrito de Moquegua, 2015. Universidad Peruana los Andes – Huancayo – Perú.

36. Fernández, F. 2019. Análisis comparativo de Costo, Tiempo y Calidad entre tuberías de PVC y HDPE en instalación Sanitaria de la Asociación Santa María del Gramal, Lima 2019. Universidad Privada del Norte – Lima – Perú.