



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Implementación del Método Cracking en la mejora de los procesos
constructivos de saneamiento, Carhuaz, 2023.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Enriquez Castro, Fernando Sixto(orcid.org/0009-0000-6803-6251)

ASESOR:

Ms. Ing. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan(orcid.org/0000-0002-2026-0411)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

HUARAZ – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres y hermano, que siempre me han brindado su apoyo incondicional en cada paso de mi vida.

A ellos la presente investigación, por confiar y creer en mí.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía y estar presente en cada momento de mi vida, cuidándome y dándome la fortaleza para continuar.

Mi más sincero agradecimiento a familia, especialmente mis padres y hermano por guiarme y motivarme en búsqueda de superación y por brindarme su apoyo en mis decisiones con relación a la carrera profesional. Además, a alguien importante que me guio en este proyecto, que viene a ser mi asesor de tesis Ms. Ing. Civil Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan, haciendo lo posible para concluir con este proyecto

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Método de análisis de datos	17
3.7. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS.....	40
ANEXO	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Costo resumen del método tradicional</i>	24
Tabla 2	<i>Análisis de costos, renovación del método tradicional</i>	25
Tabla 3	<i>Costo resumen del método cracking</i>	26
Tabla 4	<i>Análisis de costos, renovación del método cracking</i>	27
Tabla 5	<i>Comparativa del método tradicional y método Cracking</i>	29
Tabla 6	<i>Comparativa según los criterios constructivos</i>	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Diagrama Gantt del método tradicional.</i>	20
Figura 2. <i>Diagrama Gantt del método Cracking.</i>	23
Figura 3. <i>Repercusión de todas las partidas ejecutadas en el método tradicional</i>	26
Figura 4 <i>Repercusión de todas las partidas ejecutadas en el método cracking...</i>	28

RESUMEN

Tuvo como objetivo determinar la manera en que la implementación del método Cracking mejora los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz - 2023. La metodología de su estudio fue básica – cuantitativa en la cual utilizo un diseño no experimental. Utilizaron como población y muestra a todos los documentos informáticos y demás estudios relacionados con el tema de investigación, asimismo se aplicó un muestro no probabilístico. Con respecto a la recolección de los datos, se utilizó las fichas documentales y de observación, las cuales fueron validados y confiables por medio de peritos expertos en el tema dado. Mediante la aplicación de estos instrumentos se tuvo como resultados que mediante el método cracking el tiempo de ejecución de las obras de saneamiento reducen significativamente durando solo dos días, asimismo los costos si llegan a ser menores y su impacto en el medio ambientes es positiva, ya que no se llega a contaminar en un nivel alto. Concluyendo así que el método cracking si llega a mejorar los procesos constructivos de saneamiento.

Palabras clave: Método Cracking, procesos constructivos, tuberías y saneamiento.

ABSTRACT

Its objective was to determine the way in which the implementation of the Cracking method improves the construction processes of sanitation, Carhuaz - 2023. The methodology of its study was basic - quantitative in which it used a non-experimental design. They used as population and sample all the computerized documents and other studies related to the research topic, likewise a non-probabilistic sample was applied. Regarding the data collection, the documentary and observation sheets were used, which were validated and reliable by expert experts on the given subject. Through the application of these instruments, the results were that by means of the cracking method, the execution time of the sanitation works is significantly reduced, lasting only two days, as well as the costs if they become lower and their impact on the environment is positive, since it does not pollute at a high level. Thus, concluding that the cracking method does improve the construction processes of sanitation.

Keywords: Cracking method, construction processes, pipes and sanitation.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos que muchos de los ingenieros han tenido que enfrentar es mayormente en obras publicas enfocadas al saneamiento, toda vez que su puesta en servicio trae rápidamente óptimas condiciones de salubridad y beneficio a los usuarios que han sido parte de su población de diseño; conducir agua potable a las viviendas y eliminar excretas fuera de ellas otorgan mejores condiciones de salud que cualquier otro sistema diferente al mencionado; esto es que, el medio de transporte de agua esterilizada empleando cisternas y el manejo de eliminación de excretas acumulándolas dentro de la viviendas o cercanas a ellas, deterioran con el tiempo la salud de los pobladores.

Para el desarrollo íntegro del ser humano se requiere contar entre otros, con una adecuada asistencia de alcantarillado y de agua potable, por tal razón se suelen efectuar obras de saneamiento en zonas pobladas y a medida el que el porcentaje de población aumenta, se requiere realizar el mejoramiento de las redes existentes ya sea para la utilización de nuevos y mejores tuberías y en algunos casos contemplando mayor diámetro por cantidad de agua aumentada considerando mayores volúmenes de evacuación de aguas residuales. Estas obras de mejoramiento se dan con el recambio de tuberías de mejores materiales y de mayores diámetros. Siendo estos recambios ejecutados en las vías de circulación vehicular, y que estas se encuentran debidamente pavimentadas, contemplarían la rotura de dicho pavimento para que a través del sistema tradicional de zanja abierta se realice el recambio mencionado. Este procedimiento constructivo con lleva a interrumpir por plazos indefinidos la circulación vehicular con las molestias respectivas a las viviendas del entorno por la restricción de agua y la interrupción de la evacuación de desagüe.

Por lo que plantea investigar respecto a la utilización de un sistema moderno, sin zanjas, que permita entre buzón y buzón el recambio de las tuberías de modo subterráneo, eliminando así las actividades que involucran demolición, movimiento de tierras, compactación y reposición de pavimento, dando lugar así a minimizar la molestia que se ocasiona a la población por las obras de saneamiento ahorro considerable de inversión y tiempo, da lugar a usar métodos sin zanjas que no requiere rotura de pavimentos para la renovación o cambio de tuberías.

A nivel internacional, se han ido ejecutando diversos proyectos de un elevado grado que vienen a ser importantes para la sociedad; siendo las obras de saneamiento las que más se acentuaron, por lo que muchos de los ingenieros han buscado la forma de implementar nuevas técnicas de construcción o renovación de las tuberías de saneamiento o abastecimiento, ya que como se sabe realizar esas construcción genera un gran caos y destrozos en las ciudades de las diferentes nacionalidades a nivel mundial, llegando así a ser necesario aplicar las tecnologías sin zanja, donde Londres fue primer país en aplicar este método en el año 1857, seguido de Alemania en 1871. Siendo así, en el año 1986 se crea una Sociedad Internacional para tecnologías sin zanja (ISTT) en la que actualmente lo conforman 30 países en los cinco continentes (Alarcon, 2020, p. 19).

En la región latinoamericana, precisamente en Colombia, debido al incremento de la población y al crecimiento de las ciudades y por no renovar oportunamente las tuberías, se ha convertido en urgente necesidad contar con tecnologías que posibiliten hacer los trabajos de reemplazos y a la vez contar con el servicio, con el fin de no interrumpir la vida normal de las poblaciones, por lo que se viene difundiendo velozmente la metodología conocida como “sin zanja o cracking”; siendo así, que ya se aplica este método de manera exitosa en el recambio o sustitución de los diversos servicios subterráneos que se encontraban en mal estado o con diámetros reducidos, que provocaban el buen funcionamiento del sistema alcantarillado y de suministro (Javier, 2019, p. 7).

En el Perú, por sobrepoblación de la capital, aunado al movimiento migratorio hace que el sobreuso de los sistemas de alcantarillado, reduzcan su vida útil y que, por lo tanto, se deben reemplazar tuberías o brindarle el apropiado mantenimiento con la correcta frecuencia porque se deterioran también a causa de la acumulación de partículas que las destruyen rápidamente (Yataco, 2021, p.10). Por tanto, siendo así en el 2014, la empresa SEDAPAL logro incorporar en Lima Norte el método de Cracking para renovar las tuberías de desagüe como de suministro aproximadamente 70 kilómetros, esto mediante los proyectos enfocados a la reforma y restitución del sistema de alcantarillado y suministro (Diario IAGUA, 2018).

En Ancash, específicamente Carhuaz como ciudad, se realizan trabajos de zanja abierta que generan molestias y dañan el pavimento, obstaculizando el tránsito peatonal y vehicular; además, la creciente cantidad de pobladores, generan problemas al sistema de alcantarillado y agua potable, debido a que estos colapsan por mayores descargas, que pueden ocasionar problemas a la salud y daños al medio ambiente; asimismo, las labores de reparación o mantenimiento de tuberías mediante el método tradicional de zanja abierta tienen un plazo de ejecución muy largo, acumulando materiales resultados de la demolición del pavimento, ocasionando una gran contaminación en el entorno de lugar de ejecución de la obra, no solo por la gran polvareda que genera sino también por tener expuesto las aguas residuales generadas en ese sector; razón por la cual, en futuros proyectos se propone usar el método cracking, para beneficio de la población carhuacina, logrando de esa manera reducir los niveles de contaminación que lo provoca.

Por todo lo descrito anteriormente, se efectuó a mencionar el **problema general**:
¿De qué manera la implementación del método Cracking mejora los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023?

- ¿De qué manera la implementación del método Cracking mejora el tiempo en los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023?
- ¿De qué manera la implementación del método Cracking mejora el costo en los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023?
- ¿De qué manera la implementación del método Cracking reduce el daño al medio ambiente, Carhuaz -2023?

Además, la presente investigación encuentra **valor teórico**, debido a que la utilización del método Cracking proporcionará nuevos conocimientos tanto para la ejecución de proyectos en sus diversas fases como para los procesos constructivos como administrativos; asimismo, la investigación se fundamentará en autores reconocidos por la comunidad científica. Asimismo, posee **relevancia práctica** ya que los resultados a los que se arribó en la investigación permitieron cuantificar la reducción de plazos de ejecución y costos; eso representa para las entidades públicas, utilizar los recursos de manera más eficiente.

Se **justifica socialmente** puesto que generalmente toda ejecución de obras trae incomodidad para la población, la utilización de este método reduce las

incomodades que ocasionan los métodos tradicionales; además, de permitir que las entidades públicas y privadas realicen proyectos con menores costos, dándole posibilidad a la entidad encargada de otorgar dichos servicios estatales a los ciudadanos, ampliar frontera de atención. Finalmente posee **justificación metodológica**, para alcanzar los objetivos planteados se utilizarán instrumentos del método Cracking cuyo propósito es innovar los métodos tradicionales debido a que es una herramienta que reduce costos y tiene gran rapidez para ser aplicado, además servirá en investigaciones futuras, que incentiven la utilización de este método, aplicación de este método con el fin de mejorar los procesos constructivos.

Se tuvo como **objetivo general**: Determinar la manera en que la implementación del método Cracking mejora los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023. Y como **objetivos específicos**: Establecer la manera en que la implementación del método Cracking reduce el tiempo en los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023. Determinar la manera en que la implementación del método Cracking reduce el costo en los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023. Evaluar la manera en que la implementación del método Cracking reduce el daño al medio ambiente, Carhuaz -2023.

Se tuvo como Hipótesis **general**: La implementación del método Cracking mejora significativamente los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023.y como específicos:

- La implementación del método Cracking mejora significativamente el tiempo en los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023.
- La implementación del método Cracking disminuye el costo en los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023.
- La implementación del método Cracking reduce significativamente el daño al medio ambiente, Carhuaz -2023.

II. MARCO TEÓRICO

Continuando con el estudio se mencionaron los siguientes antecedentes nacionales, donde según Echeverría (2019) la finalidad de su estudio fue analizar la aplicación del método cracking en el proceso constructivo del sistema de agua esterilizada, precisamente en la sustitución de tuberías en la Provincia de Trujillo. Metodológicamente este estudio tuvo un diseño no experimental y un nivel de tipo descriptivo – correlacional. Con respecto a la muestra esta quedó constituida por el sistema de agua potable donde hizo uso de técnicas sin zanja. Respecto a las técnicas como a los instrumentos empleados para el análisis de superficies fueron los softwares: Water cad, S10, Epanet 2.0, Ms Project; los resultados hallados mostraron que a través del software S10 correspondiente a un recorrido de 250 m, demostrando que el procedimiento cracking disminuye los precios de \$44,853.468 a \$21,241.916, además de que en el área de estudio se halló en estado delicado, concluyéndose que el mencionado método es ventajoso para la reducción sobre el efecto socio – económico, en la protección del lugar público así como en la mejora edificante.

Godoy (2018), se planteó delimitar la ventaja sobre el uso del sistema de desintegración neumática de tuberías, alcantarillado o cracking en semejanza al procedimiento típico. Metodológicamente este estudio según su propósito fue de tipo aplicado, de diseño no experimental- transversal y nivel descriptivo - explicativo. Respecto a la muestra estuvo conformada por el completo de la población que fue de 500m del sector 83B perteneciente al distrito de los Olivos. Es entonces que para la recopilación de la data se hizo uso de fichas de análisis documental además de la de observación. Los resultados hallados mostraron la existencia de una ventaja de costo directo, 23.73% en el uso del procedimiento cracking, así como un rendimiento del 42%. Concluyéndose que, si hay ventajas al hacer uso de las novedosas técnicas sin zanja, precisamente diferenciando la técnica habitual con la técnica cracking, los cuales se manifiestan exactamente en el precio, en el tiempo de ejecución y en la infraestructura.

Continuando como antecedentes internacionales se tuvo a Totorá (2022), que planteo implementar el procedimiento cracking en los tramos OTB Alto Sebastian Pagador del municipio de cercado. Donde la metodología se caracterizó por ser de tipo aplicada, según su nivel de tipo descriptivo – correlacional. Respecto a la

muestra estuvo conformada por los tramos mencionados anteriormente. Para la recopilación de la data se hizo uso de instrumentos tales como el análisis documental y la ficha de observación. Sus resultados fueron que la técnica habitual genera mayores precios, incrementa el periodo de desarrollo además genera más procesos para la modificación del sistema de agua. Concluyéndose que el procedimiento cracking es el método más apropiado.

Lacranpe (2018), planteo demostrar el sistema de modificación de conducciones insitu sin zanja (cracking). Respecto a la metodología se caracterizó por ser aplicada, según su nivel fue y con un diseño no experimental. Donde la muestra se conformó por toda la población es decir los documentos, referencias informáticas. Utilizó un ficha documental para la recopilación de la data; donde tuvo como resultados que el procedimiento cracking es accesible debido a que no genera perjuicios sobre la imagen del panorama natural además permite lograr ahorros de precios. Concluyéndose que el procedimiento de fraccionamiento cracking es un método fundamental en la modificación de tuberías de conducción.

Asimismo, como artículos científicos se tuvo a Tovar et al. (2021), quienes se plantearon implementar y estudiar cuál de las técnicas de adaptación sin zanja son las correctas para la trama de alcantarillado. Metodológicamente su estudio fue aplicado, con respecto al alcance esta fue descriptivo. La muestra estuvo conformada por toda la población el cual fue el trecho de una avenida de la ciudad de Bogotá, se hizo uso de la técnica de minería de data y la programación SELECTOR a través del soporte Visual Studio 2017. Para los resultados se desarrolló un gráfico del tipo de decisión haciendo uso de los diagramas de verbalización y SELECTOR, concluyéndose que hay ocho variables diferenciales al momento de elegir la restauración del alcantarillado, es así como los esquemas de verbalización ayudan a oprimir el modelo de decisión, de esta forma hacer más sencilla su programación, así mismo los modelos de decisión incrementen la eficiencia y claridad en el desarrollo de edificación.

Demera et al. (2023), se plantearon sugerir la remodelación del sistema de alcantarillado mediante la metodología sin zanja abierta. Respecto a la metodología se caracterizó por ser de nivel descriptivo, tipo aplicado. Donde la muestra estuvo constituida por toda la población el cual fue de 17 manzanas de

la ciudad de Jipijapa con un recorrido de 9.4 Ha. Se hizo uso de las técnicas de fractura de tuberías, reentubado, la tubería polimerizada, así como el cubrimiento continuo. Los resultados mostraron que al desarrollar el método con zanja abierta el precio fue de \$98.102,13 y el procedimiento sin zanja un precio de \$27,705,63; concluyéndose que el método sin zanja es una alternativa aprobada que ayuda en la reducción de fastidios por parte de la población así mismo reducir el periodo de instalación.

Cifuentes (2019), se planteó realizar una norma de rendimiento laboral para la ejecución de máquinas perforadoras sin zanja. Respecto a la metodología utilizada según su nivel fue de tipo descriptivo. Los resultados mostraron que es fundamental reconocer el desempeño de los empleados que manejan equipos para la perforación sin zanja desde el estudio funcional del desarrollo de la Norma de rendimiento Laboral a través de equipos técnicos colaboro con la tarea de reconocer los discernimientos, capacidades y facultades solicitadas para el correcto desarrollo de sus obligaciones. Concluyéndose que el uso de los métodos de excavación sin zanja normalmente es fundamental en desarrolladas ciudades donde se observa mucho tráfico vehicular, peatonal o de impacto metropolitano, como consecuencia las organizaciones de asistencia estatal necesitan personal especializado.

Moeini et al. (2020), se propusieron restaurar las tuberías de aguas residuales haciendo uso de determinados métodos de reparación sin zanjas. Donde la metodología se caracterizó por ser aplicado y de alcance descriptivo. Respecto a la muestra se constituyó por el total de la población el cual fueron las tuberías de A.R. del bulevar Mirzakouchek Khan en Isfahan. En cuanto la recopilación de la data se hizo uso del método de bombeo mínimo, los resultados mostraron que el periodo de bombeo solicitado además los costos disminuyeron del 70 al 85 % así como del 70 al 100 %. Concluyéndose que el procedimiento planteado ayuda a disminuir los costos de reconstrucción de tuberías en las zonas metropolitanas.

Salo et al. (2019), se plantearon analizar las disimilitudes en el rendimiento del drenaje entre T0 (drenaje sin zanja) y T1 (drenaje con zanja) a través del estudio de las advertencias del nivel freático de las divisiones del campo drenadas con ambos métodos. Donde la metodología fue de alcance descriptivo y según el tipo fue aplicado. La muestra se constituyó por el total de la población los cuales

fueron las áreas de la calle central de Finlandia las cuales suman 2.34 Ha. Los resultados hallados mostraron que en la parte T0, entre el 60% y el 90% de las advertencias con relación al agua subterránea resultaron más elevadas que las de la parte T1, aquellas advertencias mostraron una disimilitud de 0,14 a 0,25 m, el cambio en la serie temporal con respecto al nivel del agua subterránea fue más elevada entre las partes T0. Concluyéndose que el método T0 es más ventajosa para el desagüe del agua.

Wang et al. (2019), se propusieron demostrar las respuestas dinámicas estructurales, antes y posterior a la restauración sin zanjas con lechada de polímero. Respecto a la metodología se caracterizó por ser de tipo descriptivo, la muestra es conforme por el total de la población el cual fue la calle de Zhengzhou donde se observa una tubería de drenaje de hormigón armado con una extensión de 70mm. Los resultados mostraron que, mediante la carga superficial del terreno, la tubería comprueba el entendimiento en su corona, fondo y presión en sus resortes; así mismo el impulso es más que su impulso longitudinal, una carga adicional posee más influencia adentro de 3 m a ambos lados de su punto de acción. Concluyéndose que el método sin zanja fue de mucha ayuda ya que no se desarrolló muchos destrozos sobre el pavimento, generando muy poco tráfico en las avenidas.

Con respecto a las bases teóricas, se empezó a mencionar las teorías de la **independiente variable**, siendo esta el Método Cracking, quien Gerasimova (2016) lo define como un planteamiento de construcción el cual hace uso de explosivos con el fin de destrozar rocas y superficies, logrando apresurar y enriquecer la excavación, así como la ejecución de establecimientos. Para Onsarigo (2020) lo define como una de las técnicas sin zanja, la cual se basa en reemplazar una tubería nueva sin realizar algún movimiento de la anterior tubería, solo se ejecuta en romperla mediante un cabezal de tajadura y así colocar la nueva. Según Yepes (2017) es una metodología de sustitución sin zanja donde la tubería habida se quiebra puede ser un quiebre frágil o por segmentación, haciendo uso un impulso interno ejecutada mecánicamente por una herramienta de separación, explica además que en el siglo XV Leonardo da Vinci implemento el primer equipo de excavación horizontal el cual ayuda para incorporar tuberías de madera. También Lia et al. (2023) menciona que este

método se distribuye en dos tipos, como es el cracking dinámico, que se refiere en ir rompiendo la tubería que ya hay a través de fuerzas dejando sus residuos dentro de la superficie y el cracking estático, donde su desarrollo es sencillo, ya que con la ayuda de un grupo Grundoburst que está conformado por una magnitud de potencia hidráulica, cajón metálico, así como comandos de utilización, que son aplicados dentro del pozo de salida y barras de acero con una longitud de 1m y diámetro de 5cm, los cuales son puestas una después de otra, ayudan a facilitar la inclusión de la actual tubería de HDPE.

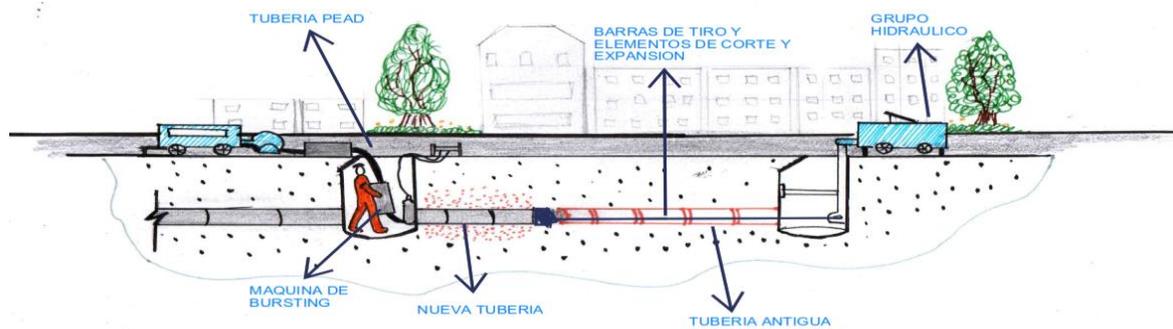


Figura 1. Instalación de red mediante el método de excavación sin zanja.

Con respecto a las dimensiones, la primera dimensión: Velocidad de excavación, viene a ser el tiempo el cual incurre instalar, sustituir o retirar una tubería, como es el caso de un tramo de 150 a 200m, el cual puede llegar a durar 3 horas aproximadamente el reemplazo de tuberías, en otras palabras, podría tardar todo un día laboral (Mínguez, 2015). Para Zhu et al. (2021) en una de sus publicaciones menciona que la velocidad de la excavación con este método sin zanja puede tener una duración de 3 a 5 días en comparación de aquellas técnicas antiguas (con zanja) que dura semanas hasta meses hacer algún cambio en las tuberías. Con respecto a la segunda dimensión: Mejora en la construcción, Lia et al. (2023) menciona que este método ayuda a que se pueda reemplazar nuevas tuberías sin la necesidad de realizar alguna fractura al pavimento o que afecte la longitud del tramo este y minimizando los movimientos de la tierra. Para García (2020) con este método sin zanja va a mejorar indudablemente las construcciones basadas en el reemplazo o destrucción de

las tuberías de hormigón, acero o fundición dúctil, ya que no va a haber desvalorización de sección de la tubería a ser renovada ni mucho menos se realizará zanjas abiertas del tramo. Prosiguiendo con la tercera dimensión: Minimización de movimiento de tierras, el Departamento técnico de Primus Line (2021) afirma que el método cracking cumple un rol muy importante en el sentido de que disminuye la acumulación de grandes cantidades de tierra y polvo, lo cuales afecta a los negocios colindantes y al ingreso de los ciudadanos a su vivienda. También, García (2020) manifiesta que este tipo de método ayuda a disminuir la acumulación de tierra y polvo, así como desechos que se juntan al realizar las excavaciones mediante el método sin zanja, lo cual por el tiempo en que demora en realizar el cambio de tuberías llega a afectar la vida de los ciudadanos, en su comercio y circulación en las calles. Seguidamente, la cuarta dimensión viene a ser la minimización en ruptura de pavimentos, quien Gerasimova (2016) menciona que la ventaja de aplicar la técnica de sin zanja es que las indemnizaciones de los pavimentos que bien pueden ser rígidos o flexibles llegan a ser mínimas y así como la mano de obra. Según García (2020) menciona que la reposición de pavimentos va a hacer menores sea cual sea el tipo de pavimento, ya que las perforaciones que se hacen son mínimas y en el caso que sean pavimentos rígidos la reposición será con un concreto mínimo de $f'c$ 175kg/cm² y en el caso de pavimento flexibles solo será compactado sin llegar a afectar calzada. Finalmente, con respecto a la última dimensión: Interrupción del tráfico, Goicoechea (2018) menciona que esta técnica es muy necesario en obras que se tratan en reparaciones subterráneas, ya que permite limitar la conglomeración vehicular en las calles de una respectiva ciudad, así como la molestia de los ciudadanos residentes. Asimismo, Lia et al. (2023) sustentan que la aplicación de la técnica sin zanja es correcta en ciudades con gran cantidad de ciudadanos, ya que no afecta al tránsito vehicular, asimismo la tecnología utilizada reduce la contaminación ambiental.

Prosiguiendo, se define la **dependiente variable**: Los procesos constructivos de saneamiento, que viene a ser un conjunto de acciones y actividades involucradas en la construcción de infraestructuras de saneamiento básico, incluyendo excavación, instalación de tuberías, colocación de conexiones y otros procesos relacionados (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2015). Para

Chin y Gil (2018) aluden que una de las ventajas de este método durante la construcción sobre los métodos tradicionales es la confianza ofrecida al personal, en el sentido de que ya no tienen que entrar a la zanja y tener el temor que ocurra un desprendimiento de la tierra o se demuela. Asimismo, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021) indica que estas obras sanitarias se enfocan en la utilización de la técnica de replanteo, de prácticas de bajantes, de ejecución de drenajes, de la estabilidad de soportes, de estanquidad y circulación. Asimismo, menciona que mediante el DS- N° 011-2006-VIVIENDA se certificó un reglamento sobre edificación, lo cual trata del diseño de obras sobre saneamiento, de desarrollo urbano aplicando técnicas que ayuden a ejecutar dichas obras, los cuales llegan a ser importantes para el desarrollo de los ciudadanos. Con respecto a las dimensiones, se tiene como primera El tiempo, Parka (2020) afirma que consiste en cuanto demora en ejecutar, mejor dicho, los días que se toma en realizar estas obras de saneamiento mediante el método cracking. Una de las ventajas más significativas de los sistemas de fracturamiento neumático es que el tiempo de ejecución es mínima a diferencia de los métodos tradicionales. Además, contar con una técnica de trabajo adecuado significa completar el período de ejecución en el tiempo establecido. Para Zwierzchowaska (2019) los trabajos en campo con respecto a la reparación de tuberías con la técnica cracking se realizan velozmente, tardando solamente un par de días mientras que con las técnicas tradicionales la cual se enfoca en el método sin zanja se demora más de una semana hasta más de un mes. Con respecto a la segunda dimensión: Los Costos, Rameil (2015) quien menciona que las técnicas sin zanja son provechosas en el sentido de que son útiles en lugares con gran cantidad de pobladores, ya que no ocasiona tantos ruidos incomodando a los ciudadanos, aparte que suelen ser menos costosas al momento de ejecutarse la excavación y todo el proceso constructivo. También Parka (2020) menciona que los costos suelen ser menores implementando este tipo de técnica, específicamente en la mano de obra, debido a que no se contratara tanto personal para el reemplazo de tuberías, asimismo las reparaciones de los pavimentos serán mínimas reduciendo aún más los costos. Finalizando con la última dimensión el cual es el daño al medio ambiente, Terra (2018) manifiesta que este método se convierte en un procedimiento amigable

con el medio ambiente, ya que durante todo el proceso constructivo no causa daño estético al ambiente, siendo este método útil porque es un sistema limpio, brindando comodidad a los ciudadanos que perciben o viven cerca donde se está ejecutando las obras. Según Parka (2020) no se puede pasar por alto los beneficios que trae este método para con el medio ambiente circundante, ya que elimina y mejora los principales problemas que se presentan al abrir zanjas en las ciudades, como la generación de polvo, el acopio de desechos y tierra, altos ruidos al utilizar las máquinas y fastidio de los pobladores en general.

Continuando se definirá los siguientes términos: Para Lia et al. (2023) la revocación es la restauración de tuberías existentes mediante la instalación de nuevas líneas que incorporan las características principales de la tubería del material original. Las técnicas sin zanja son conocidos como aquellos métodos que no es necesario realizar excavaciones para poder realizar los trabajos de habilitación de redes subterráneas como es el caso de instalar nuevas tuberías para agua y desagüe, encima que se hace en menos tiempo posible a diferencia de los métodos clásicos (Parka, 2020). Según Gokhale (2017) la reparación de tuberías se basa en la restauración de tuberías existentes mediante la instalación de materiales adicionales y herramientas especiales para reponer el sistema en un punto determinado. La rehabilitación de tuberías es la restauración de la funcionalidad de los sistemas de tuberías existentes e incluye resarcimiento, reforma y sustitución (Gerasimova, 2016). El reemplazo de tuberías es la rehabilitación de tuberías existentes mediante la instalación de nuevas líneas, independientemente de la existencia o función de las líneas originales (García, 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación corresponde a un tipo de estudio básico, ya que este estudio busca describir propiedades y características de fenómenos, acontecimientos o contextos para puntualizar como son y cómo se presentan, con el propósito de evaluar el contenido de la información (Rus, 2020).

A base de su enfoque, este estudio fue de enfoque cuantitativo, siendo Hernández y Mendoza (2018) quienes lo definen como aquellos estudios donde se explican, se predice y describe los hechos investigados, indagando las regularidades como observando el grado de relación causal entre las variables estudiadas.

3.1.2. El diseño de la investigación

En ese sentido, la presente investigación responde a un diseño no experimental, esto porque no se va a incurrir a manipular algún dato obtenido en el proceso de recopilación de información, simplemente se van a analizar tal cual se dieron en su forma natural, sin intervención alguna (Hernández y Mendoza, 2018).

Con relación al nivel fue un nivel descriptivo, donde el propósito es explicar las características, particularidades o los perfiles de un conjunto de personas o fenómeno que puede llevar a analizarse, en otras palabras, se basa solo en describir los fenómenos ocurridos en un determinado lugar o circunstancia (Hernández y Mendoza, 2018).

Con respecto al tiempo, estuvo enfocado en un estudio de corte transversal, ya que el análisis de los datos solo se dio en un solo periodo de tiempo, siendo en la presente investigación en el año 2023.

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Método Cracking, es un enfoque de construcción el cual hace uso de explosivos con el fin de destrozarse rocas y superficies, logrando

apresurar y enriquecer la excavación, así como la ejecución de establecimientos (Gerasimova, 2016).

Variable 2: Procesos constructivos de saneamiento, que viene a ser un conjunto de acciones y actividades involucradas en la construcción de infraestructuras de saneamiento básico, incluyendo excavación, instalación de tuberías, colocación de conexiones y otros procesos relacionados (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2015).

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población es un grupo de elementos que presentan características idénticas, los cuales ocupan un lugar en específico (Westreicher, 2020), por tanto, en el estudio la población estuvo constituida por todos los documentos informáticos y demás estudios relacionados con el tema cuestionado.

3.3.2. Muestra

Para López (2018) la muestra es un subconjunto de datos perteneciente a una población de datos. Por tanto, en la presente investigación la muestra estuvo conformada por la misma que fue elegida en la población, siendo esta todos los documentos informáticos y demás estudios relacionados con el tema cuestionado.

3.3.3. Muestreo

Referente al muestreo, se utilizó el tipo de muestreo no probabilístico, en la cual no se va a incurrir en la utilización de alguna fórmula, ya que la muestra fue escogida por conveniencia (Hernández, 2021).

Unidad de análisis: Para Hernández y Mendoza (2018) viene a ser toda entidad primordial que va a ser analizada en una investigación, por tal motivo la unidad de análisis estuvo conformada por la Av. Progreso de la Provincia de Carhuaz.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Para Neill y Cortez (2018) las técnicas intentan medir y clasificar los fenómenos y su intensidad, generalizando los resultados de las muestras de toda una población dentro de niveles de confianza predeterminados y

márgenes de error. Siendo así, las técnicas que se emplearon son el análisis documental y la guía de observación.

Instrumentos de recolección de datos

Para Ñaupas et al. (2019) manifiesta que los instrumentos se refieren a cualquier recurso que un investigador puede manejar para procesar los datos y así obtener información pertinente para el estudio. Por tanto, los instrumentos que se utilizaron son las fichas documentales y de observación.

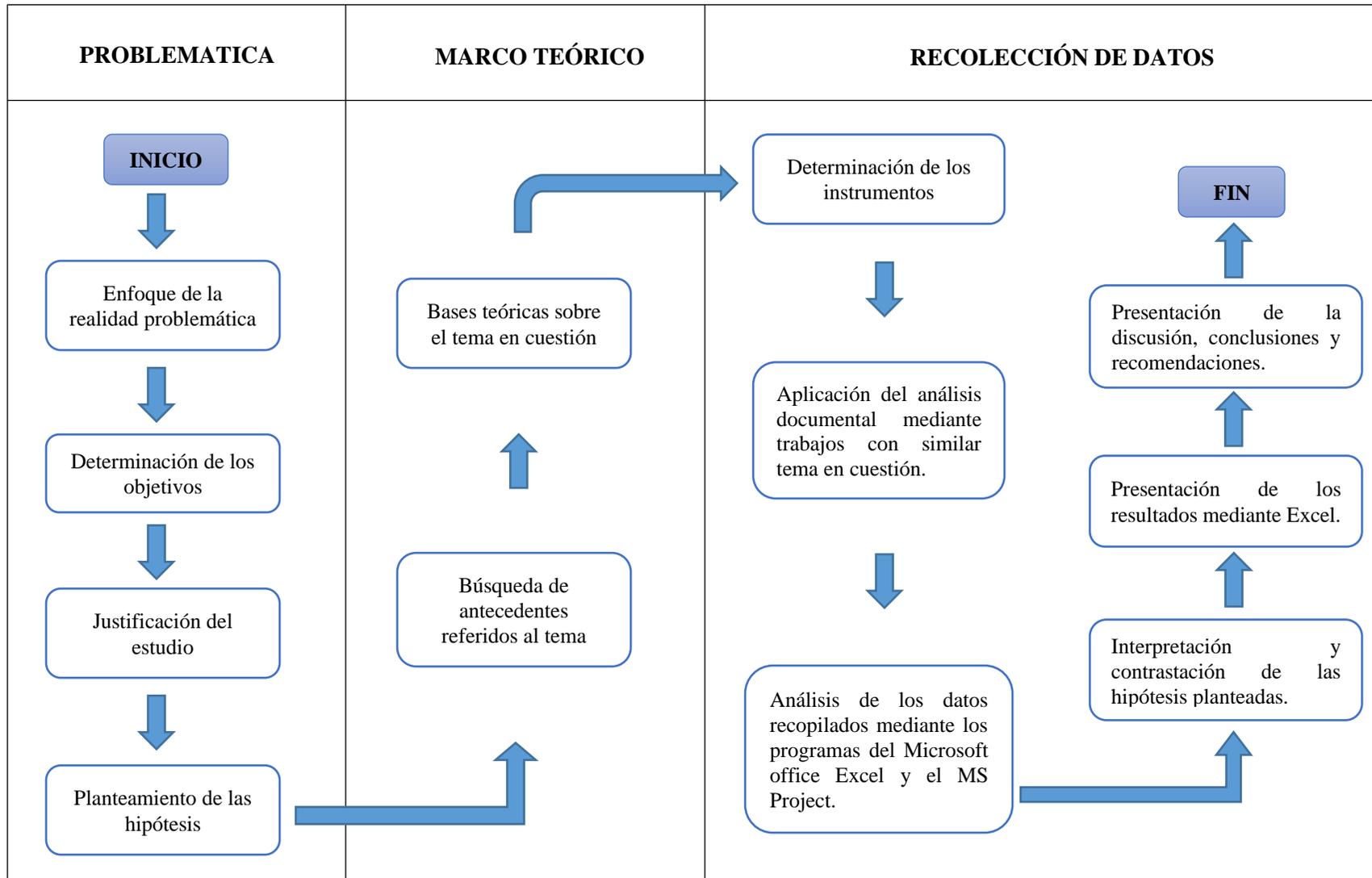
Validez

La validez se refiere a la suficiencia que tiene los instrumentos para cuantificar significativa y correctamente las características que pretende medir (Contreras , 2015). Por esa razón en la investigación se reclutaron a tres expertos en el tema, el cual dieron su juiciosa opinión y veredicto sobre los instrumentos a aplicar y si estos van a medir correctamente las variables investigadas.

Confiabilidad de los instrumentos

La confiabilidad del instrumento es una forma de garantizar que cualquier instrumento utilizado para medir variables experimentales brinde los mismos resultados cada vez (Hernández y Mendoza, 2018).

3.5. Procedimientos



3.6. Método de análisis de datos

Con respecto al análisis de los datos, ya habiendo obtenido toda la información pertinente para el estudio estos datos pasaron a ser analizados mediante los softwares del Microsoft office Excel y el MS Project.

3.7. Aspectos éticos

El presente estudio es totalmente de la autoría del investigador presente y no incurrió a algún plagio, ya que los datos que se había recolectado en el transcurso del desarrollo de la tesis fueron citados debidamente por las fuentes y autores del contenido; lo cual me sometí al anti plagio antes durante y después al Turnitin. Asimismo, dicho estudio cumplió con el código de ética de la universidad aprobada en el consejo universitario con resolución N°470-2022-UCV y estuvo enfocado según los parámetros establecidos en la norma ISO90.

IV.RESULTADOS

A partir del objetivo específico 1: establecer la manera en que la implementación del método Cracking reduce el tiempo en los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023.

Proceso constructivo de saneamiento mediante el método tradicional

Por medio de Ojeda (2015) el proceso constructivo de saneamiento mediante el método tradicional tuvo una duración de 5 días para que culmine todas las actividades dadas, esto con un equipo de trabajo compuesto por 3 operarios y 1 supervisor para llevar a cabo este proyecto. Además de los operadores, uno estaba a cargo de la retroexcavadora, otro del minicargador y otro de la cortadora. El tramo en cuestión tomó un total de 5 días para completarse. Por tanto, se describirá en detalle la secuencia de actividades que se realizaron durante cada uno de los días.

- **Día 1**

Durante el primer día, se llevó a cabo únicamente la tarea de cortar la pista, que abarcaba los 101 metros de longitud de la tubería que se va a reemplazar. Pero antes de realizar esa actividad se comenzó en la señalización de todo el área el cual se va a trabajar y en descargar todo el material necesario. Para que se realice la tarea de cortar la pista, se obtuvo una cortadora, con su respectivo operador, además de contar con el apoyo de un colaborador. La duración total de esta actividad fue de 3 horas.

- **Día 2**

En el segundo día se trabajó con la totalidad de la cuadrilla incluyendo al operador del minicargador, quien tuvo la responsabilidad de romper el concreto de la pista, así como al operador de la retroexcavadora. Ambos operadores trabajaron en conjunto para llevar a cabo estas tareas.

Siendo así, las actividades en este día inician con la señalización la cual tuvo una duración de media hora, seguido de la descarga de materiales esto con la ayuda de los operarios, esta actividad duró media hora. Prosiguiendo con las actividades se prosiguió a realizar la rotura de la pista esto a un tiempo de 3 horas, asimismo el retiro de los jardines tuvo una duración de 1 hora. Ya habiendo realizado la rotura y demás funciones se prosiguió en eliminar el desmonte que se acumuló en la pista debido al corte, la cual llegó a durar 2

horas. Luego de ello se realizó la excavación de los 50m, esto con una duración de 2 horas, tiempo que también duro la entubación (50m) y el tapado de la zanja (50m).

- **Día 3**

Con respecto a este día, las actividades realizadas fueron las siguientes: ya estando en el lugar de trabajo se procedió en la culminación del tramo, debido a que en el día 2 no se logró acabar con esa actividad. Asimismo, para seguir con la realización de la obra se inició con descargar todo los materiales que se necesitaron para ese día, la cual tuvo una duración de 1 hora; luego de ello se prosiguieron en la excavación del tramo, esto con una duración de 4 horas, casi dos horas más que del día anterior, esto debido a que se tuvo complicaciones con respecto a que se encontraron varias tuberías de agua, la cual tomo tiempo para realizar la excavación. Lo mismo ocurrió al momento de realizar el entubado, la cual duro 3 horas en realizar dicha acción. Y ya al final del día se culminó con tapar la zanja, esto teniendo una duración de 2 horas.

- **Día 4**

En el día cuarto, se inició con la compactación de la zanja a los 101m así como también la realización de los dados de concreto esto a los tres buzones, que suelen impedir la filtración de los buzones al área dada, toda esta acción les tomo un tiempo de dos horas. Luego de realizar este acción, prosiguieron con la compactación de la zanja la cual tuvo una duración de 6 horas debido a que se realizó por capaz de 20 cm, la cual incurrió que se trabaje más horas de las que quizás se proyectaba.

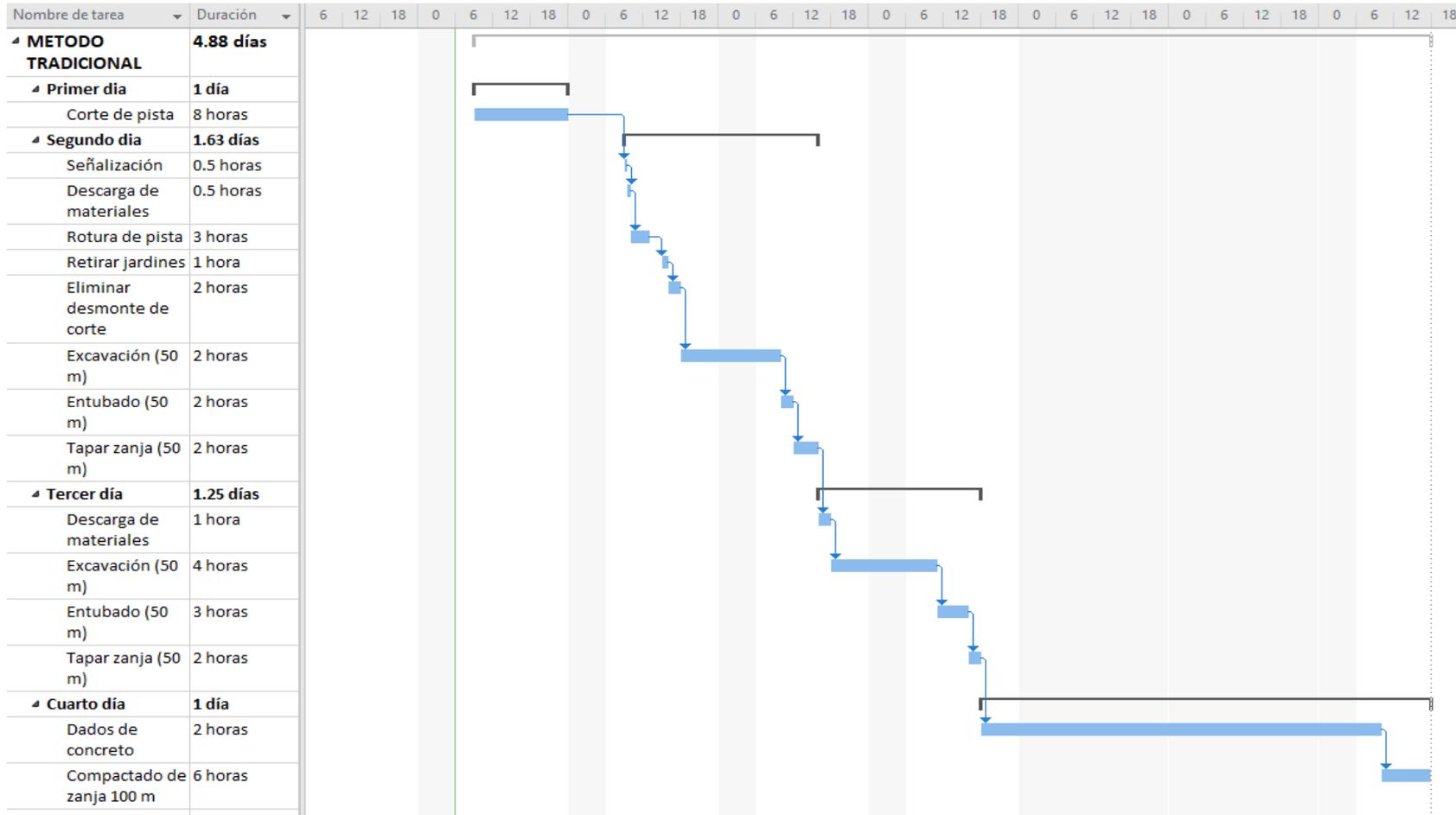
- **Día 5**

En este ultimo día se inició con la colocación de afirmado esto para los 101m, la cual ocupo un tiempo de 4 horas; luego de haber realizado este paso, los operarios realizaron la reparación de los jardines que llegaron hacer afectados por la construcción del saneamiento; esto mientras que se esperaba la llegada del concreto premezclado, asimismo prosiguieron con la colocación del césped que al inicio de la obra se quitó; todo esta actividad se demoró un tiempo de 2 horas. Y finalmente, se realizó el resane de todo los tramos, esto teniendo una duración de 3 horas.

Diagrama de Gantt del método tradicional

Figura 1.

Diagrama Gantt del método tradicional.



Nota. Gantt elaborado en el MS Project.

Proceso constructivo de saneamiento mediante el método Cracking

Con respecto al proceso constructivo de saneamiento mediante el método Cracking la situación y los tiempos que toma en realizar las diversas actividades suelen tener un enfoque diferente, en el sentido de que el tiempo que dura todo el proceso constructivo solo se da en dos días, esto con el apoyo de 5 operarios y un capataz. Por tanto, se describirá en detalle la secuencia de actividades que se realizaron durante cada uno de los días.

- **Día 1**

En este primer día se empezó con la señalización de toda la área que se va a trabajar, la cual tuvo una duración de media hora aproximadamente, seguidamente se realizó la ubicación de todo los equipos y materiales (soldadora, cortadora, tuberías, etc.), que viene a ser necesarios para la obra, donde todo este proceso tuvo una duración de una hora. Ya habiendo realizado la señalización y la ubicación de equipos y materiales, se prosiguió en realizar el corte de la pista, esto con el fin de abrir una ventana que ayude con el ingreso de la tubería y sea más fácil la función de la fragmentación y las soldaduras de las tuberías, esta acción tuvo una duración de 1 hora, la soldadura de las tuberías si tuvo un alto tiempo de duración cubriendo 4 horas. Luego se procedió en realizar la rotura esto con un tiempo de duración de 1 hora; la realización de esta función se hizo con el apoyo de un martillo demoledor.

Habiendo ejecutado todo lo demás, se emanó con la excavación hasta el nivel de la tubería, la cual tomo un tiempo de una hora. También se realizó el proceso de desactivación de los contenedores, que en este caso fueron tres. Este procedimiento implicó romper con un martillo la conexión entre las tuberías existentes y los buzones, para facilitar la transición de las tuberías de PE durante la fragmentación. En total, se debilitaron cinco conexiones que requerían esta acción. Esta tarea se completó en aproximadamente dos horas.

Una vez finalizada la soldadura de las tuberías, se inició a instalar el cabezal y a pasar el cable del winche a través de la tubería existente hasta llegar a la abertura, a fin de introducir el dispositivo de fragmentación dentro de la tubería de PE. Luego, se introdujo el cabezal y la tubería de PE en la abertura,

alineándolos con el eje de la tubería antigua que se va a fragmentar. Este proceso de preparación tomó alrededor de una hora.

Una vez que el cabezal estuvo alineado con la tubería antigua, se encendió la compresora y comenzó el proceso de fragmentación, el cual tuvo una duración aproximada de tres horas para recorrer los 104 metros. Después de que el cabezal llegó al tercer buzón, se retiró el winche y el dispositivo de fragmentación de la tubería, lo que permitió cortar los tramos de tubería que quedaban en los buzones y también retirar el cabezal.

- **Día 2**

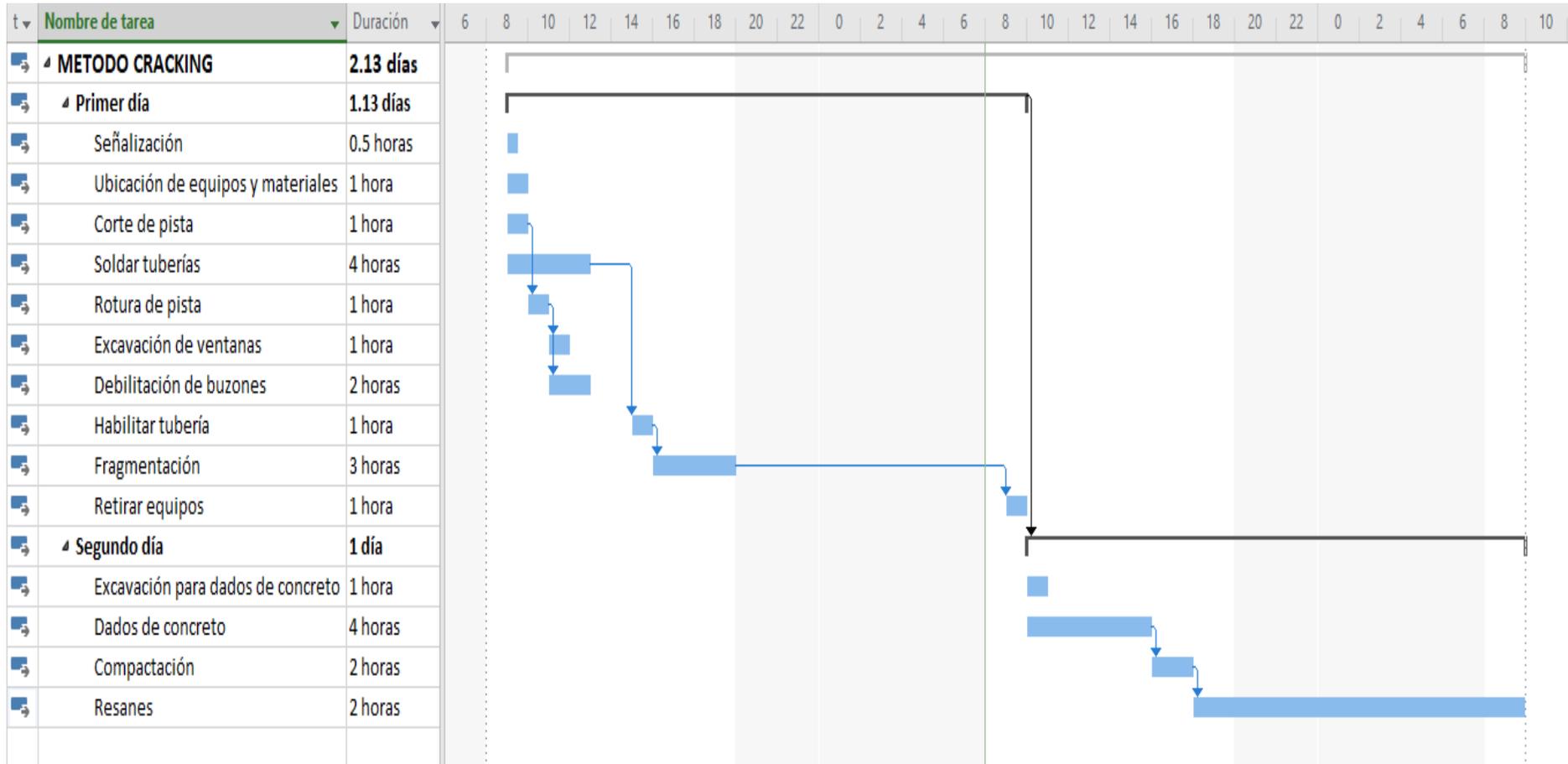
En este segundo y último día se ejecutó las acciones de excavación, dados de concreto, compactación y resanes, las cuales se especificará a continuación:

Con respecto a la excavación de los bloques de concreto, que tenían una medida de 80 x 80 cm y en total sumaban 4, se llevó a cabo en un lapso de una hora. La ejecución de esta tarea tomó aproximadamente 4 horas en total. Después de completar la remoción de los bloques de concreto, se procedió a compactar el material excavado, tanto en el área de la ventana como en los bloques de concreto. Esta labor duró 2 horas, ya que se requirió compactar en capas de 20 cm. Por último, se llevó a cabo el proceso de reparación en la carretera utilizando sacos de concreto premezclado, así como la limpieza de la sección de la calle correspondiente. Estas actividades tomaron dos horas en total.

Diagrama de Gantt del método Cracking

Figura 2.

Diagrama Gantt del método Cracking.



Nota. Elaborado en Ms Project.

Según el objetivo específico 2: determinar la manera en que la implementación del método Cracking reduce el costo en los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023.

Según lo manifestado por Echeverría y Mantilla (2019) los costos tienden a reducir significativamente con la implementación del método cracking en las obras de saneamientos, por lo tanto, a continuación, se mostrará mediante tablas y figuras como se llega a manejar los costos en el método tradicional y en cracking.

ANÁLISIS DE COSTOS, RENOVACION 250 METROS DE TUBERÍAS MÉTODO ZANJA ABIERTA

Tabla 1
Costo resumen del método tradicional

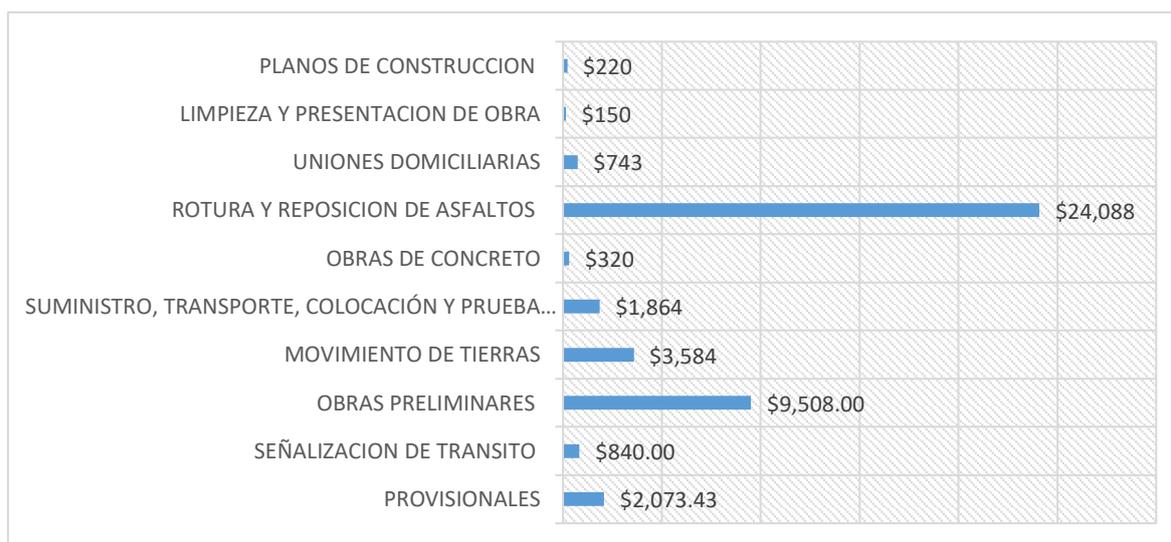
Item	Descripción	Und.	Cantidad	Valor unitario	Valor total (\$)
1	PROVISIONALES				2,073.431
1.1	Cartel de obra	GL	1	-	-
1.2	Movilización de equipos	GI	1	-	-
1.3	Otros gastos provisionales	GL	1	2,073.431	2,073.431
2	SEÑALIZACIÓN DE TRANSITO				840
2.1	Señalización / materiales / mano de obra	GL	1	840	840
3	OBRAS PRELIMINARES				9,508
3.1	Trazo o replanteo	M	250	36	8,900
3.2	Ejecución de calicatas	Und	3	55	165
3.3	Detección de interferencias	Glb	1	220	220
3.4	Desinfección de buzones	Und	2	37	73
3.5	Otros preliminares	Glb	1	150	150
4	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,584.30
	Sistema Zanja abierta				
4.1	Excavaciones en zanja de 0-2 m	m ³	400	1.763	705.20
4.2	Excavaciones en zanja de 2-4 m	m ³	300	7.984	595.20
4.3	Excavaciones en zanja mayor a 4m con agotamiento y entibación	m ³	-	16.886	-
4.4	Cama de apoyo granular	m ³	20	6.070	121.40
4.5	Relleno de zanjas con material de excavación	m ³	572	3.281	1,876.73
4.6	Retiro de excedentes	m ³	108	2.646	285.77
5	SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE CAÑERÍAS Y MATERIALES				1,864.33
5.1	Suministro de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=200 mm	m	250	6.637	1,659.25
5.2	Suministro de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=315 mm	m	-	16.365	-
5.3	Transporte de cañerías HDPE	Kg	1750	46	80.50
5.4	Colocación de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=200 mm	M	-	2.217	-
5.5	Colocación de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=315mm	M	-	3.121	-

5.6	Pasamuro HDPE D=200 mm (Conexión tubería a cámara)	N°	5	24.916	124.58
5.7	Pasamuro HDPE D=315 mm (Conexión tubería a cámara)	N°	-	46.093	-

Tabla 2

Análisis de costos, renovación del método tradicional

6	OBRAS DE CONCRETO				320.20
6.1	Cámara tipo "a" Hm=2.4m.	N°	-	486.963	-
6.2	Cámara tipo "b" Hm=1.25m.	N°	-	431.739	-
6.3	Tapas circulares tipo calzada	N°	-	121.015	-
6.4	Modificación de banquetas	N°	-	40.461	-
6.5	Machones de afianzamiento	N°	5	42.203	211.01
6.6	Reconexión a cámaras existentes	N°	5	14.260	71.30
6.7	Refuerzo hormigón	m ³	0	94.725	37.89
6.8	Modificación cámaras de inspección	N°	-	12.824	-
7	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ASFALTOS				24,087.87
7.1	Rotura y reposición de vereda de e=0.07 m	m ²	-	12.269	-
7.2	Rotura y reposición de calzada de hormigón de e=0.18 m	m ²	-	33.049	-
7.3	Rotura y reposición de calzada de hormigón de e=0.12 m	m ²	875	27.529	24,087.87
7.4	Rotura y reposición de calzada de asfalto de espesor no menor a existente	m ²	-	23.697	-
7.5	Rotura y reposición de soleras tipo A	m	-	10.354	-
8	UNIONES DOMICILIARIAS				742.91
	Renovación de uniones domiciliarias existentes				
8.1	(Diversos diámetros, incluye materiales y mano de obra)	N°	18	41.273	742.91
	Reconexión de uniones domiciliarias existentes				
8.2	(Diversos diámetros, incluye materiales y mano de obra)	N°	-	23.641	-
9	LIMPIEZA Y PRESENTACION DE OBRA				150.00
9.1	Aseo y presentación	GL	1	150.000	150.00
10	PLANOS DE CONSTRUCCION				220.00
10.1	Planos de construcción	GL	1	220.000	220.00
	COSTO DIRECTO (\$)				33,053.40
	GASTOS GENERALES 10%				3,305.340
	UTILIDAD 5%				165.27
	SUB TOTAL				36,524.01
	IGV 18%				6,574.32
	COSTO DE OBRA (\$)				43,098.33

Figura 3.*Repercusión de todas las partidas ejecutadas en el método tradicional**Nota.* Elaboración propia

El costo total que incurrió aplicar el método tradicional a la obra de saneamiento dio un total de \$ 43,098.33; reflejándose con esto un presupuesto alto, donde la actividad de rotura y reposición de asfaltos fue el que incurrió un costo elevado con un monto de \$24,087.88 y el menor costo que se tuvo fue la señalización de tránsito esto con un monto de \$840.

ANÁLISIS DE COSTOS, RENOVACION 250 METROS DE TUBERÍAS MÉTODO CRACKING

Tabla 3*Costo resumen del método cracking*

Item	Descripción	Und.	Cantidad	Valor unitario	Valor total (\$)
1	PROVISIONALES				2.073.431
1.1	Cartel de obra	GL	1	-	-
1.2	Movilización de equipos	Gl	1	-	-
1.3	Otros gastos provisionales	GL	1	2.073.431	2.073.431
2	SEÑALIZACIÓN DE TRANSITO				840
2.1	Señalización / materiales / mano de obra	GL	1	840	840
3	OBRAS PRELIMINARES				9,508
3.1	Trazo o replanteo	m	250	36	8.900
3.2	Ejecución de calicatas	Und	3	55	165
3.3	Detección de interferencias	Glb	1	220	220
3.4	Desinfección de buzones	Und	2	37	73
3.5	Otros preliminares	Glb	1	150	150
4	MOVIMIENTO DE TIERRAS				160.92
	Sistema Zanja abierta				
4.1	Excavaciones en zanja de 0-2 m	m ³	28	1.763	49.364
4.2	Excavaciones en zanja de 2-4 m	m ³	21	1.984	41.664

4.3	Excavaciones en zanja mayor a 4m con agotamiento y entibación	m ³	-	16.886	-
4.4	Cama de apoyo granular	m ³	1	6.070	6.070
4.5	Relleno de zanjas con material de excavación	m ³	13	3.281	42.653
4.6	Retiro de excedentes	m ³	8	2.646	21.168
5	SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE CAÑERÍAS Y MATERIALES				1,864.330
5.1	Suministro de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=200 mm	m	250	6.637	1.659.250
5.2	Suministro de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=315 mm	m	-	16.365	-
5.3	Transporte de cañerías HDPE	Kg	1750	46	80.500
5.4	Colocación de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=200 mm	M	-	2.217	-
5.5	Colocación de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=315mm	M	-	3.121	-
5.6	Pasamuro HDPE D=200 mm (Conexión tubería a cámara)	N°	5	24.916	124.580
5.7	Pasamuro HDPE D=315 mm (Conexión tubería a cámara)	N°	-	46.093	-

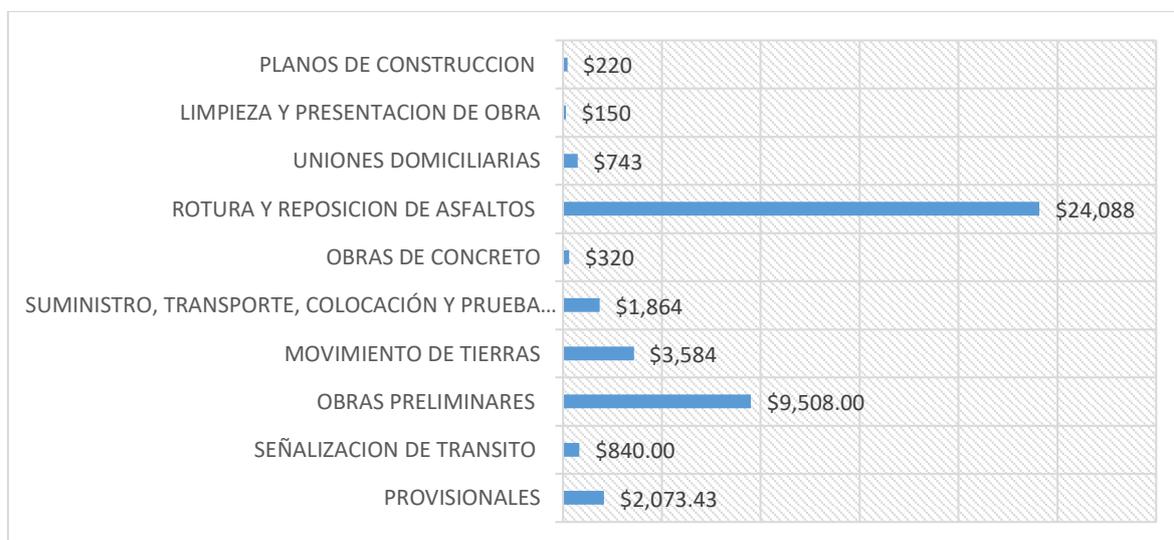
Tabla 4
Análisis de costos, renovación del método cracking

6	OBRAS DE CONCRETO				320.21
6.1	Cámara tipo "a" Hm=2.4m.	N°	-	486.963	-
6.2	Cámara tipo "b" Hm=1.25m.	N°	-	431.739	-
6.3	Tapas circulares tipo calzada	N°	-	121.015	-
6.4	Modificación de banquetas	N°	-	40.461	-
6.5	Machones de afianzamiento	N°	5	42.203	211.015
6.6	Reconexión a cámaras existentes	N°	5	14.260	71.300
6.7	Refuerzo hormigón	m ³	0	94.725	37.890
6.8	Modificación cámaras de inspección	N°	-	12.824	-
7	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ASFALTOS				24,087.88
7.1	Rotura y reposición de vereda de e=0.07 m	m ²	-	12.269	-
7.2	Rotura y reposición de calzada de hormigón de e=0.18 m	m ²	-	33.049	-
7.3	Rotura y reposición de calzada de hormigón de e=0.12 m	m ²	875	27.529	24,087.88
7.4	Rotura y reposición de calzada de asfalto de espesor no menor a existente	m ²	-	23.697	-
7.5	Rotura y reposición de soleras tipo A	m	-	10.354	-
8	UNIONES DOMICILIARIAS				742.91
	Renovación de uniones domiciliarias existentes				
8.1	(Diversos diámetros, incluye materiales y mano de obra)	N°	18	41.27	742.91
	Reconexión de uniones domiciliarias existentes				
8.2	(Diversos diámetros, incluye materiales y mano de obra)	N°	-	23.64	-

9	LIMPIEZA Y PRESENTACION DE OBRA				150.00
9.1	Aseo y presentación	GL	1	150.00	150.00
10	PLANOS DE CONSTRUCCION				220.00
10.1	Planos de construcción	GL	1	220.00	220.000
11	INSTALACION DE TUBERIA DE SISTEMA CRACKING				7,500.57
11.1	Instalación de equipos y preparativos previos				
11.2	Ejecución de Pegas / unión por Termofusión a Tope	Und	22	26	568
	Instalación Tuberías	ml	250	30.00	7,500.00
	COSTO DIRECTO (\$)				15,653.59
	GASTOS GENERALES 10%				1,565.36
	UTILIDAD 5%				782.68
	SUB TOTAL				17,297.21
	IGV 18%				3,113.50
	COSTO DE OBRA (\$)				20,410.71

Figura 4

Repercusión de todas las partidas ejecutadas en el método cracking



Nota. Elaboración propia

El costo total que incurrió aplicar el método cracking a la obra de saneamiento dio un total de \$ 20,410.71; reflejándose que mediante este método el presupuesto llega a ser mínima, donde la actividad que tiene mayor costo es la instalación de tubería de sistema cracking y el costo mínimo fue cubierto por los planos de construcción con un monto de \$220.

De acuerdo con el objetivo específico 3: evaluar la manera en que la implementación del método Cracking reduce el daño al medio ambiente, Carhuaz - 2023.

Indudablemente la aplicación del método cracking trae consigo diversos beneficios al medio ambiente la cual Ortega (2018) y Duque (2018) mencionan algunos de estos beneficios y ver con ello como impacta positivamente la implementación del método Cracking en el medio ambiente, a continuación, se mencionan y se representa en un cuadro comparativo estos beneficios.

Tabla 5

Comparativa del método tradicional y método Cracking

Método Tradicional	Método Cracking
<ul style="list-style-type: none"> • Con este método los ruidos que se generaran suelen ser más altos, debido a que el tiempo que durará el proceso de construcción, se va a producir ruidos que suelen ser incómodos para los ciudadanos que pasan por la obra o para aquellos que viven en la misma zona, ocasionando con esto una contaminación sonora. • Asimismo, otro ejemplo de contaminación sonora es que este tipo de método provoca que exista mucho tráfico y congestión vehicular, incitando a fuertes e incómodos ruidos en toda la zona de trabajo. • Otra contaminación que ocasiona es la contaminación del aire, debido a la generación de polvo que provoca este tipo de obras, así como también las emisiones de olores y de gases (HC, NOx, CO, MP, etc), que bien esto 	<ul style="list-style-type: none"> • Con este método sin zanja, la contaminación sonora será menor, esto porque los ruidos que se generaran en el transcurso van a ser pocos, debido a que no se necesitará romper todo un tramo, sino solo un parte de ella, por tanto, no será necesario realizar tantas actividades que ocasionen ruido e incomodidad a los ciudadanos. • Con respecto al tráfico y congestión vehicular, este método no incurrirá a que se genere estos inconvenientes, ya que solo se trabajará en una sola área de la pista y la cual no invadirá el libre tránsito de los automóviles y de las personas. • Asimismo, no suele ocasionar tanta contaminación del aire, ya que, con este método, la consecuencia del polvo y los gases emitidos por las

<p>puede ser a causa de que se haya roto una tubería de desagüe como también a la descomposición de las tuberías mismas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existe con este método contaminación del suelo, debido a que este tipo de obras genera residuos sólidos al momento de romper la pista en la que se trabajará, así como también al momento de desechar productos que ya no se necesitan o ya no tienen valor en la obra; igualmente genera aguas residuales lo cual incita a contaminar el suelo. También causa el maltrato de las veredas y pistas, ya que se desmonta y retira equipos pesados. • Y finalmente, este método tradicional suele generar contaminación a los parques y jardines, ya que suelen ocupar más espacios para poder ejecutar la obra, así como también para posicionar todos los materiales. 	<p>maquinarias de las obras serán mínimas, porque se trabajará en un corto tiempo y tanto los ciudadanos como los mismos trabajadores no estarán expuestos a estos gases o partículas que contiene el aire.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La contaminación del suelo suele darse también en un mínimo impacto, debido a que el método sin zanja no ocasionará tantos residuos sólidos, porque ya no se trabajaran con tantos materiales nobles para el relleno de las zanjas y ni mucho menos abra escombros por las excavaciones de estas. Asimismo, las aguas residuales serán mínimas, la cual no contaminara la tierra y la flora de la zona. También ya no ocasionara el maltrato de las pistas y veredas, porque no abra tantos desmontes y materiales pesados. • Y por último, el método cracking no generará contaminación a los parques y jardines colindantes a la zona de obra, por lo que no se incurrirá a la reconstrucción de los servicios ecosistémicos y la reforestación.
--	---

Por tanto, dando todas estas diferencias entre los dos métodos se puede concluir que el método cracking si suele reducir el daño al medio ambiente y por ende ante

una ejecución de una obra en la Av. Progreso de la Provincia de Carhuaz, la ciudad, los pobladores y la flora no se verá afectada si se llegara aplicar este método.

Por lo que, según el objetivo general: determinar la manera en que la implementación del método Cracking mejora los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023.

A continuación, se mostrará un cuadro comparativo de ambos métodos y como el método cracking si llega a mejorar los procesos constructivos de saneamiento.

Tabla 6
Comparativa según los criterios constructivos.

CRITERIOS COMPARATIVOS	MÉTODO TRADICIONAL	MÉTODO CRACKING
Ambiental	El uso de este método conlleva el cierre completo de calles y avenidas, lo que puede generar congestión de tráfico, ruido, generación de polvo, y otras molestias debido a las excavaciones. Asimismo, se dará también mayores alteraciones del suelo (Rosales, 2018).	Emplear este método cracking ayuda a que los problemas de congestión vehicular y demás contaminaciones que se pueden dar, puedan ser mínimas. Y al momento de llevar a cabo una encuesta a los residentes sobre el impacto ambiental, los resultados suelen ser positivos (Gonzales, 2018).
Densidad poblacional	La proyección de la población futura se realizará utilizando datos estadísticos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y se determinará en función de la tasa de	La proyección de la población futura se realizará utilizando datos estadísticos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y se determinará en función de la tasa de crecimiento (Gonzales,2018).

	crecimiento (Gonzales, 2018).	
Social Económico	El costo de instalación subterránea, que incluye la restauración de la superficie, se reduce en un 90% aproximadamente (Bruno, 2018).	El costo de instalación de tubería para la restauración de la superficie se reduce en un 10% aproximadamente (Bruno, 2018).
Diseño Hidráulico	El cálculo hidráulico se lleva a cabo utilizando la proyección de la población futura, y el diseño se realiza utilizando el software WaterCAD (Gonzales, 2018).	El cálculo hidráulico se lleva a cabo utilizando la proyección de la población futura, y el diseño se realiza utilizando el software WaterCAD (Gonzales, 2018).
Construcción	En el pasado, se solían utilizar tuberías de concreto que tenían una vida útil de alrededor de 70 años, pero presentaban problemas como fracturas y fisuras con el tiempo. Se utiliza un mayor porcentaje (100%) de maquinaria pesada, como retroexcavadoras y volquetes, en el proceso de ejecución. En este caso, se realiza una ruptura total de la pista y las veredas, abarcando el 100% de su superficie (Rosales, 2018).	Se utiliza tubería de polietileno que tiene una vida útil de cien años, especialmente adecuada para zonas sísmicas debido a su flexibilidad. El uso de maquinaria pesada se reduce en un 70%, lo que resulta en una mayor eficiencia y velocidad en la ejecución del proyecto. La implementación de este método reduce en un 80% la cantidad de rupturas en la pista y las veredas (Rosales, 2018).
Ejecución	La ejecución del proceso constructivo mediante este	En el método cracking el proceso constructivo tiene

	método tiene una duración de aproximadamente 5 días a más, esto dependientemente del tramo en la cual se llegará a trabajar (Ojeda, 2015).	una duración de 2 días (Ojeda, 2015).
--	--	---------------------------------------

V. DISCUSIÓN

- Determinar la manera en que la implementación del método Cracking mejora los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023; se evidenció que el método cracking mejora significativamente los procesos constructivos de saneamiento ya que no afecta todas las actividades que se realizan en la zona en la cual se trabaja, tales como el tránsito y los negocios que quizás existe alrededor de la obra, asimismo los trabajadores que trabajan en este tipo de obras ya no se sentirán expuestos y con miedo a que se queden atrapados en una de las zanjas que con el método tradicional suelen realizarse. Lo resultado que se acaban de mencionar tiene semejanza con los resultados dados por Godoy (2018) quien menciona que, si hay ventajas al hacer uso de las novedosas técnicas sin zanja, precisamente diferenciando la técnica habitual con la técnica cracking, los cuales se manifiestan exactamente en el precio, en el tiempo de ejecución y en la infraestructura. También por parte de Lacranpe (2018) que en su estudio menciona que el procedimiento de fraccionamiento cracking es un método fundamental en la modificación de tuberías de conducción. Todo esto se fundamenta teóricamente por Gerasimova (2016) quien menciona que el método cracking es un planteamiento de construcción el cual hace uso de explosivos con el fin de destrozarse rocas y superficies, logrando apresurar y enriquecer la excavación, así como la ejecución de establecimientos. Para Onsarigo (2020) es una de las técnicas sin zanja, la cual se basa en reemplazar una tubería nueva sin realizar algún movimiento de la anterior tubería, solo se ejecuta en romperla mediante un cabezal de tajadura y así colocar la nueva. Referente a los procesos constructivos de saneamiento el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2015) menciona que es un conjunto de acciones y actividades involucradas en la construcción de infraestructuras de saneamiento básico, incluyendo excavación, instalación de tuberías, colocación de conexiones y otros procesos relacionados. Asimismo, Chin y Gil (2018) aluden que una de las ventajas de este método durante la construcción sobre los métodos tradicionales es la confianza ofrecida al personal, en el sentido de que ya no tienen que entrar a la zanja y tener el temor que ocurra un desprendimiento de la tierra o se demuela.

- Establecer la manera en que la implementación del método Cracking reduce el tiempo en los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023; se evidenció que mediante la aplicación del método cracking el tiempo que toma en realizar los procesos constructivos de saneamiento suelen ser menores, exactamente en dos días, esto es debido a que no es necesario que se realice el corte de la pista en todo su área sino solamente una parte, en otras palabras solo se realiza el corte de una área para que entre solamente la tubería que se cambiara, aparte de ello solo se llega a trabajar con pocos operarios siendo estos aproximadamente 5 y un capataz; en comparación con el método tradicional que ahí si se es necesario que se realice el corte de toda la zona, parte de que se necesita más días para poder culminar con todas las actividades, siendo este 5 días aproximadamente. Los resultados mencionados suelen tener semejanza con la tesis de quien manifiesta Cifuentes (2019) que el uso de los métodos de excavación sin zanja normalmente es fundamental en desarrolladas ciudades donde se observa mucho tráfico vehicular, peatonal o de impacto metropolitano, como consecuencia las organizaciones de asistencia estatal necesitan personal especializado. Todo esto se fundamenta teóricamente por Parka (2020) quien afirma que el tiempo en los procesos constructivos de saneamiento consiste en cuanto demora en ejecutar, mejor dicho, los días que se toma en realizar estas obras de saneamiento mediante el método cracking. Una de las ventajas más significativas de los sistemas de fracturamiento neumático es que el tiempo de ejecución es mínima a diferencia de los métodos tradicionales. Además, contar con una técnica de trabajo adecuado significa completar el período de ejecución en el tiempo establecido. Para Zwierzchowaska (2019) los trabajos en campo con respecto a la reparación de tuberías con la técnica cracking se realizan velozmente, tardando solamente un par de días mientras que con las técnicas tradicionales la cual se enfoca en el método sin zanja se demora más de una semana hasta más de un mes.
- Determinar la manera en que la implementación del método Cracking reduce el costo en los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz - 2023; se

evidenció que mediante el método tradicional a la obra de saneamiento suele tener un costo total de \$ 43,098,33; reflejándose con esto un presupuesto alto, donde la actividad de rotura y reposición de asfaltos fue el que incurrió con un costo elevado siendo ese un total de \$24,087,88, pero mientras que con el método cracking los costos suelen ser menores donde la obra de saneamiento tuvo un total de \$ 20,410,71; reflejándose que mediante este método el presupuesto llega a ser mínima, donde la actividad que tiene mayor costo es la instalación de tubería de sistema cracking y el costo mínimo fue cubierto por los planos de construcción con un monto de \$220. Lo manifestado tiene semejanza con los resultados dados por Echeverría (2019) quien en su estudio menciona que el procedimiento cracking disminuye los precios de \$44,853.47 a \$21,241.92 y que el mencionado método es ventajoso para la reducción sobre el efecto socio – económico, en la protección del lugar público, así como en la mejora edificante. Asimismo, Demera et al. (2023), menciona que al desarrollar el método con zanja abierta el precio fue de \$98.102,13 y el procedimiento sin zanja un precio de \$27,705.63; concluyéndose que el método sin zanja es una alternativa aprobada que ayuda en la reducción de fastidios por parte de la población así mismo reducir el periodo de instalación. Todo esto se fundamenta teóricamente por Rameil (2015) quien menciona que las técnicas sin zanja son provechosas en el sentido de que son útiles en lugares con gran cantidad de pobladores, ya que no ocasiona tantos ruidos incomodando a los ciudadanos, aparte que suelen ser menos costosas al momento de ejecutarse la excavación y todo el proceso constructivo. También Parka (2020) menciona que los costos suelen ser menores implementando el método cracking, específicamente en la mano de obra, debido a que no se contratara tanto personal para el reemplazo de tuberías, asimismo las reparaciones de los pavimentos serán mínimas reduciendo aún más los costos.

- Evaluar la manera en que la implementación del método Cracking reduce el daño al medio ambiente, Carhuaz -2023; se evidenció que este método si llega a reducir los daños al medio ambiente, en el sentido de que no abra tanta contaminación sonora porque las máquinas para la construcción no

aran tan bulla debido a que solo se romperá una pequeña parte de la pista, aparte no abra tanta bullo por los vehículos; asimismo no abra contaminación del aire ya que no abra tanto polvo y exposición de gases tóxicos, también la contaminación del suelo será mínima ya que no abra tantos residuos sólidos y finalmente la contaminación de los parques y jardines serán mínimas. Lo expresado tiene similitud con los resultados obtenido por Cifuentes (2019) quien en su tesis refiere que el método sin zanja es beneficioso para el medio ambiente, en el sentido de que no llega a contaminar al suelo porque no genera tanto residuos orgánicos ni mucho menos generara contaminación sonora ya que no abra tanto tráfico ni que los ciudadanos tengan que soportar incomodos ruidos, asimismo con ello abra poca mitigación de gases tóxicos que perjudica la salud de los trabajadores. También se asemeja con los resultados dados por el tesista Wang et al. (2019) quien menciona que los métodos sin zanja protegen las zonas verdes, ya que no llegan a utilizar máquinas pesadas y ni mucho menos se llega a romper todo la zona en la que se encuentra la tubería a cambiar o renovar. Todo esto se fundamenta teóricamente por Terra (2018) quien manifiesta que el método cracking se convierte en un procedimiento amigable con el medio ambiente, ya que durante todo el proceso constructivo no causa daño estético al ambiente, siendo este método útil porque es un sistema limpio, brindando comodidad a los ciudadanos que perciben o viven cerca donde se está ejecutando las obras. Según Parka (2020) no se puede pasar por alto los beneficios que trae este método para con el medio ambiente circundante, ya que elimina y mejora los principales problemas que se presentan al abrir zanjas en las ciudades, como la generación de polvo, el acopio de desechos y tierra, altos ruidos al utilizar las máquinas y fastidio de los pobladores en general.

VI.CONCLUSIONES

- Determinar la manera en que la implementación del método Cracking mejora los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023, se evidencio que el método sin zanja si llega a mejorar los procesos constructivos de saneamiento ya que no afecta todas las actividades que se realizan en la zona en la cual se trabaja y el presupuesto que quizás antes eran elevadas con ese método suelen ser menores, así como los peligros que pueden llegar a tener los trabajadores.
- Establecer la manera en que la implementación del método Cracking reduce el tiempo en los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023; se evidencio que mediante el método cracking el tiempo de ejecución de las obras de saneamiento reducen significativamente durando solo dos días, mientras que con el método tradicional este tiempo llega a ser superior, efectuándose en 5 días la realización del proceso constructivo.
- Determinar la manera en que la implementación del método Cracking reduce el costo en los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023; se demostró que los costos si llegan a reducir con el método cracking, ya que con el método tradicional los costos totales fueron \$ 43,098.33, pero con este método sin zanja los costos totales fueron \$ 20,410.71, reduciendo casi la mitad.
- Evaluar la manera en que la implementación del método Cracking reduce el daño al medio ambiente, Carhuaz -2023; se comprobó que con el método tradicional el impacto que genera al medio ambiente es alto, pero con el método cracking esa situación llega a cambiar, ya que los desmontes de residuos sólidos serán menores, no existirá tanto ruido y generación de polvo, así como también se cuidará los parques y jardines.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las empresas encargadas de los procesos constructivos de saneamiento que lleguen aplicar este tipo de método cracking en zonas donde existe alta demanda de tránsito vehicular, peatonal y comercialización, ya que como se pudo ver este método suele ser muy beneficioso para zonas con esas características y las cuales trae consigo varios beneficios siendo una de ellas la no paralización de sus actividades cotidianas de dichas empresas o de los mismos transeúntes.
- Se recomienda a las empresas encargadas de las obras de saneamiento junto a los encargados de contratar al personal, lleguen a contratar trabajadores aptos y con alto nivel de experiencia en los puestos a ocupar, para que así los procesos constructivos que se realicen lleguen a tomarse con un mínimo tiempo y así culminar cuanto antes la obra.
- Se recomienda que las empresas constructoras junto a los del área de cotización, realicen meticulosamente quienes van a ser sus proveedores de los materiales para las obras de saneamiento, realizando con ello una buena elección de los precios para así los costos sean los adecuados, porque ya bien aplicando el método cracking los costos disminuyen, teniendo una buena cartera de proveedores va a ayudar a que estos se manejen correctamente.
- Se recomienda a las empresas enfocadas a las construcciones de saneamiento puedan implementar las capacitaciones a todo su fuerza de trabajo con respecto al manejo de las herramienta y equipos, esto con el propósito de que puedan tener las medidas y el conocimiento necesario sobre las consecuencias que puede causar al medio mediante si estos no son manejados correctamente, asimismo para que sepan el cuidado que se tiene que tener con la naturaleza, llegando a concientizarlos.

REFERENCIAS

- Alarcon, J. A. (2020). *Comparacion tecnologica y costos del método de instalacion de tuberias sin zanja (trenchless) más eficiente para los suelos encontrados en un proyecto de Bogota*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16783/AlarconRochaJonathanArmando2014.pdf;sequence=1>
- Bruno, W. (2018). *Método de fragmentación de tuberías para reducir costos en rehabilitación de alcantarillado de la obra Lima Norte 3 – 2018*. [Tesis de Titulación, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34665>
- Chin, W., & Gil, D. (2018). Development of the trenchless rehabilitation process for underground pipes based on RTM. 68(3). <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2004.03.019>
- Cifuentes, N. (2019). Elaboración de Norma de Competencia Laboral para la operación de equipos de excavación sin zanja. 1(2), 62-71. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/idea/article/view/2222>
- Contreras, M. (2015, marzo 17). *Validez de los instrumentos (ejemplos)*. Retrieved abril 25, 2023, from <https://educapuntos.blogspot.com/2015/03/validez-y-confiabilidad-ejemplos.html>
- Demera, M. D., Ponce, M. A., & Terán, M. (2023). 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. 8(4), 780-793. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i3>
- Departamento técnico de Primus Line. (2021). Tecnología sin zanja para la rehabilitación de una tubería de abastecimiento: el caso del Real Club Pineda de Sevilla. *Dialnet*, 49(5), 86-87. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7995977>
- Diario IAGUA. (2018, setiembre 7). *SEDAPAL renueva 270 kilometros de tuberías con el método "sin zanja" [en línea]*. Retrieved marzo 26, 2023, from <https://www.iagua.es/noticias/peru/14/07/08/sedapal-renueva-270-kilometros-de-tuberias-con-el-metodo-sin-zanja-51772#:~:text=SEDAPAL%20ha%20renovado%20m%C3%A1s%20de,beneficiar%C3%A1n%20a%20los%20pobladores%20de>

- Duque, J. E. (2018). *Beneficios socio-ambientales de las Tecnologías Sin Zanja en Colombia*. [Tesis de pregrado, Universidad EAFIT]. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13211/JuanEsteban_DuqueCallejas_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Echeverría, C., & Mantilla, U. (2019). *Proceso constructivo del sistema de agua potable utilizando el Método de Cracking, para la sustitución de tuberías en el centro cívico de la ciudad de Trujillo*. [Tesis de grado]. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- García, J. (2020). Radiografía de las Tecnologías Sin Zanja en España. 281(12), 60-61. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7458915>
- Gerasimova, V. (2016). Underground Engineering and Trenchless Technologies at the Defense of Environment. 165. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.870>
- Godoy, R. (2018). *Estudio del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking; como mejora en el proceso constructivo en el Perú 2018*. Lima: Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39258/Godoy_GR.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Goicoechea, N. (2018). Rehabilitación de tuberías sin apertura de zanja, de redes de saneamiento, agua potable, gas e industria. 79(2), 21-28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=820923>
- Gokhale, S., & Hastak, M. (2017). Decision aids for the selection of installation technology for underground municipal infrastructure systems. 15(1). [https://doi.org/10.1016/S0886-7798\(00\)00052-3](https://doi.org/10.1016/S0886-7798(00)00052-3)
- Gonzales, M. D. (2018). *Propuesta de renovación de redes de agua potable mediante el método pipe bursting Urb. San Diego distrito SMP, Lima-2018*. [Tesis de Titulación, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27668>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education.
- Hernández, O. (2021). An Approach to the Different Types of Nonprobabilistic Sampling. 37(3).

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002

- Javier Martínez, O. (2019). *Análisis Técnico Y Factibilidad Económica, Sistema Pipe Bursting Vs Sistema A Zanja Abierta Para Renovación De Redes De Alcantarillado Y Acueducto*. [Tesis de grado]. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Lacranpe, G. (2018). *Renovación de tuberías de alcantarillado mediante sistema de fragmentación neumática o cracking*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcia775r/doc/bmfcia775r.pdf>
- Li, B., Yu, W., Xie, Y., Fang, H., Du, X., Wang, N., Zhai, K., Wang, D., & Chen, X. (2023). Trenchless rehabilitation of sewage pipelines from the perspective of the whole technology chain: A state-of-the-art review. *134*(8), 125-145.
- López, J. F. (2018, noviembre 08). *muestra estadística*. economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/muestra-estadistica.html>
- Mínguez, F. (2015). *Método de excavacion sin zanjas*. https://oa.upm.es/37225/1/Tesis_master_Felicidad_Minguez_Santiago.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2015). *Guía para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel perfil*. Lima: Solvima Graf S.A.C.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021, diciembre 24). *Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026*. Retrieved abril 21, 2023, from <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2586305-plan-nacional-de-saneamiento-2022-2026>
- Moeini, R., Zare, M. R., & Karimian, F. (2020). Reduce repair cost of wastewater pipelines for using trenchless and open cut technology. *12*(1). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.016>
- Neill, D. A., & Cortez Suárez, L. (2018). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica* (1era edición ed.). Editorial UTMACH. <https://doi.org/http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14232/1/Cap.4-Investigaci%C3%B3n%20cuantitativa%20y%20cualitativa.pdf>

- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, J. (2019). *Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá.
- Ojeda, J. (2015). *Análisis comparativo entre el método pipe bursting y el método tradicional en la renovación de tuberías de desagüe*. [Tesis de titulación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/75633/Perez_MR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Onsarigo, L., & Adamtey, S. (2020). Feasibility of state transportation agencies acquiring trenchless technologies: A comparison of open cut and horizontal auger boring. *95*(12). <https://doi.org/10.1016/j.tust.2019.103162>
- Orteg, Á. (2018, mayo 04). *Las Tecnologías sin zanja permiten avanzar en el desarrollo de las Ciudades Inteligentes*. Obras públicas: <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/136658-Las-Tecnologias-Sin-Zanja-permiten-avanzar-en-el-desarrollo-de-las-Ciudades-Inteligentes.html>
- Parka, A., Kuliczowska, E., & Kuliczowski, A. (2020). Selection of pressure linings used for trenchless renovation of water pipelines. *98*(12). <https://doi.org/10.1016/j.tust.2019.103218>
- Rameil, M. (2015). Renovación y limpieza simultánea de tuberías sin zanja. *136*(12). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1167825>
- Rosales, J. (2018). *Análisis comparativo de excavación sin zanjas y excavación convencional para un sistema de red alcantarillado, calle los Manzanos, San Isidro, 2018*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36363>
- Rus, E. (2020, noviembre 1). *Investigación aplicada*. Retrieved abril 24, 2023, from <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-aplicada.html#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20aplicada%20es%20aquella,la%20investigaci%C3%B3n%20b%C3%A1sica%20para%20conseguirlo>.
- Salo, H., Mellin, I., Sikkilä, M., Nurminen, J., Aijo, H., Paasonen, M., Virtanen, S., & Koivusalo, H. (2019). Performance of subsurface drainage implemented with trencher and trenchless machineries. *213*(2). <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.12.010>

- Terra, T. (2018). Sistemas de instalación en el subsuelo de tuberías sin zanja. 82(25). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6889705>
- Tora, H. (2022). *Método tecnológico cracking para la renovación del sistema de agua potable para la OTB Alto Sebastian Pagador, Departamento de Cochabamba*. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón. <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/33759>
- Tovar, E., VALERO, J., & Cepeda, L. (2021). Metodología para selección de tecnologías de rehabilitación de alcantarillados sin zanja en Bogotá, Colombia. 25(68). <https://doi.org/10.14483/22487638.15570>
- Wang, R., Wang, F., Xu, J., Zhong, Y., & Li, S. (2019). Full-scale experimental study of the dynamic performance of buried drainage pipes under polymer grouting trenchless rehabilitation. 181(1). 10.1016/j.oceaneng.2019.04.009
- Westreicher, G. (2020, junio 21). *Población*. <https://economipedia.com/definiciones/poblacion.html>
- Yataco, J. (2021). *Método cracking como propuesta para la renovación de tuberías de agua potable y alcantarillado, Grocio Prado, Chíncha – 2021*. [Tesis de grado]. Chíncha: Universidad César Vallejo.
- Yepes, V. (2017). Aspectos generales de la perforación horizontal dirigida. Curso de posgrado especialistas en tecnologías sin zanja. 2(15). <https://victoryepes.blogs.upv.es/files/2015/11/M7-2Resumen-Ref-M7-2-Yepes.pdf>
- Zhu, H., Wang, T., Wang, Y., & Li, V. (2021). Trenchless rehabilitation for concrete pipelines of water infrastructure: A review from the structural perspective. 123(10). <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2021.104193>
- Zwierzchowska, A., & Kuliczowska, E. (2019). The selection of the optimum trenchless pipe laying technology with the use of fuzzy logic. 84(17), 487-494. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2018.11.030>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

Título: Implementación del Método Cracking en la mejora de los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz, 2023.					
Autor: Enriquez Castro, Fernando Sixto					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente Método Cracking	Enfoque de construcción que utiliza explosivos controlados para la fracturación de rocas y suelos, con el fin de acelerar y mejorar la excavación y construcción de infraestructuras (Gerasimova, 2016).	Técnica de renovar tuberías in situ o sin zanja, que consiste en el reemplazo en forma subterránea utilizando las tuberías existentes como guía para la nueva instalación evitando grandes movimientos de tierra, minimizando la ruptura	Velocidad de excavación	Tiempo de excavación	Intervalo
			Mejora en la construcción	Calidad de las infraestructuras construidas	Ordinal
			Minimización de movimiento de tierras	Cantidad de tierra movida	Razón
			Minimización en ruptura de pavimentos	Cantidad de pavimentos rotos	Razón

		de pavimentos y sin interrumpir el tránsito.	No interrupción del tránsito	Cantidad de interrupciones de tránsito	Razón
Variable dependiente Procesos constructivos de saneamiento	Conjunto de acciones y actividades involucradas en la construcción de infraestructuras de saneamiento básico, incluyendo excavación, instalación de tuberías, colocación de conexiones y otros procesos relacionados (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2015).	Los procesos constructivos de saneamiento se medirán a través de cada una de sus dimensiones, como es el tiempo de construcción, el costo y el daño al medio ambiente.	Tiempo	Número de días requeridos para la construcción	Intervalo
			Costo	Costo total de la construcción de infraestructuras de saneamiento básico	Razón
			Daño al medio ambiente	Evaluación del impacto ambiental de la construcción.	Nominal



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BARRANTES MANN LUIS ALFONSO JUAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Implementación del Método Cracking en la mejora de los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz, 2023.", cuyo autor es ENRIQUEZ CASTRO FERNANDO SIXTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

HUARAZ, 23 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BARRANTES MANN LUIS ALFONSO JUAN DNI: 07795005 ORCID: 0000-0002-2026-0411	Firmado electrónicamente por: ABARRANTESMA el 05-12-2023 17:16:55

Código documento Trilce: TRI - 0663017