



Implementación del Método Cracking en la Mejora de los Procesos Constructivos de Saneamiento, Carhuaz, 2023

Enriquez Castro Fernando Sixto ¹

enriquez12fsec@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-6803-6251>

Universidad César Vallejo

Lima - Perú

Luis Alfonso Juan Barrantes Mann

luisbarrantesmann@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2026-0411>

Universidad César Vallejo

Lima - Perú

RESUMEN

El presente artículo tuvo su origen en el estudio realizado para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, precisando por objetivo determinar la manera en que la implementación del método Cracking mejora los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz - 2023. La metodología fue básica – cuantitativa en la cual utilizó un diseño no experimental. Utilizaron como población y muestra a los documentos informáticos y demás estudios relacionados con la 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 ambiente 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*

¹ Autor principal

Correspondencia: enriquez12fsec@gmail.com

Implementation Of The Cracking Method In The Improvement Of Sanitation Construction Processes, Carhuaz, 2023

ABSTRACT

This article had its origin in the study carried out to opt for the professional title of Civil Engineer at the César Vallejo University, specifying the objective of determining the way in which the implementation of the Cracking method improves the construction processes of sanitation, Carhuaz - 2023. The methodology It was basic - quantitative in which it used a non-experimental design. Computer documents and other studies related to the investigation were used as population and sample, and 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 that it is not contaminated 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*

Artículo recibido 20 julio 2023

Aceptado para publicación: 20 agosto 2023

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 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 conlleva 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 esa 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 esta método en el año 1971, seguido de Alemania en 1857. Siendo así, en el año 1986 se crea una Sociedad Internacional para tecnologías sin zanja (ISTT) en el 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?

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,

mientras que por **hipótesis general**:

- La implementación del método Cracking mejora significativamente los procesos constructivos de saneamiento, Carhuaz -2023.

METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

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

Con relación al nivel fue 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).

Además, 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). 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.

Población, muestra y muestreo

La población es un grupo de elementos que presentan características idénticas, los cuales ocupan un lugar en específico (Hernández y Mendoza, 2018), por tanto, en el estudio la población estuvo constituida por todos los documentos informáticos y demás estudios relacionados con el tema cuestionado.

Para Hernández y Mendoza (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.

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).

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.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

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.

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).

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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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 toda 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 duró 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 todos 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 tomó tiempo para realizar la excavación. Lo mismo ocurrió al momento de realizar el entubado, la cual duró 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.

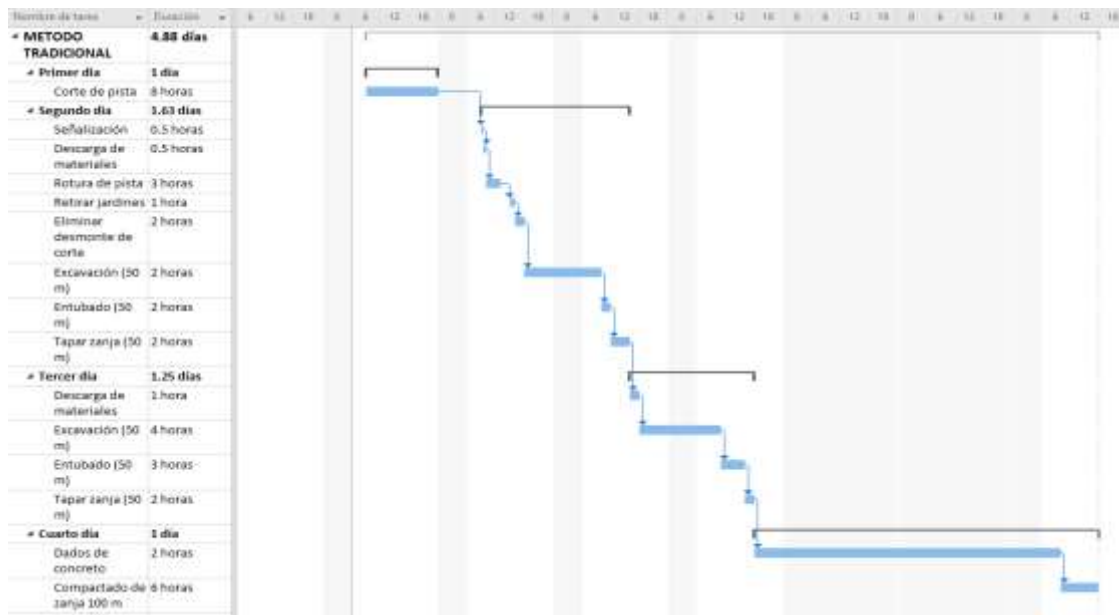
Día 4: en el día cuarto, se inició con la compactación de la zanja a los 101m, así como también la realización de los dados de concreto esto a los tres buzones, que suelen impedir la filtración de los buzones al área dada, toda esta acción les tomó un tiempo de dos horas. Luego de realizar esta acción, prosiguieron con la compactación de la zanja la cual tuvo una duración de 6 horas debido a que se realizó por capas de 20 cm, la cual incurrió que se trabajó más horas de las que quizás se proyectaba.

Día 5: en este último día se inició con la colocación de afirmado esto para los 101m, la cual ocupó un tiempo de 4 horas; luego de haber realizado este paso, los operarios realizaron la reparación de los jardines que llegaron a ser 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; toda esta actividad se demoró un tiempo de 2 horas. Y finalmente, se realizó el resane de todos 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 el 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.

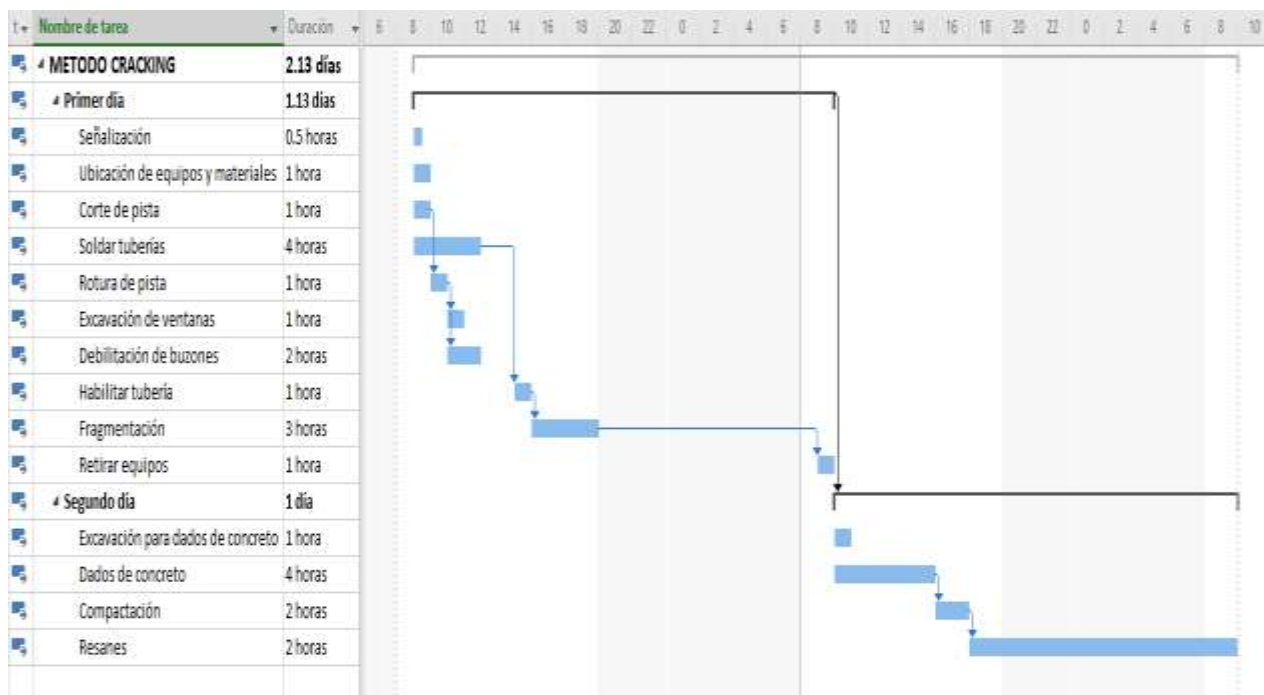
Día 2: en este segundo y último día se ejecutó las acciones de excavación, dados de concreto, compactación y resanes, las cuales se especificará a continuación:

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, renovación 250 metros de tuberías método zanja abierta.

Tabla 1

Costo resumen del método tradicional

Item	Descripción	Und.	Q	Valor unitario	Valor total (\$)
1	PROVISIONALES				2073431

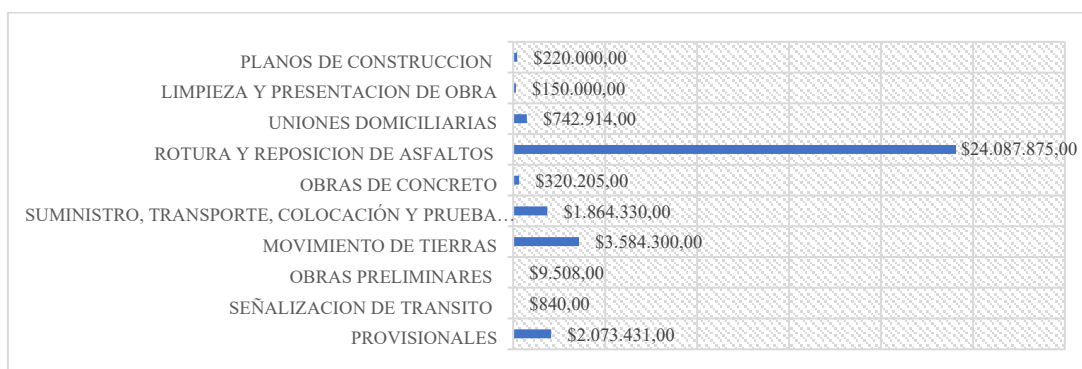
1.1	Cartel de obra	GL	1	-	-
1.2	Movilización de equipos	Gl	1	-	-
1.3	Otros gastos provisionales	GL	1	2073431	2073431
2	SEÑALIZACIÓN DE TRANSITO				840
2.1	Señalización / materiales / mano de obra	GL	1	840	840
3	OBRAS PRELIMINARES				9508
3.1	Trazo o replanteo	M	250	36	8900
3.2	Ejecución de calicatas	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				3584300
	Sistema Zanja abierta				
4.1	Excavaciones en zanja de 0-2 m	m ³	400	1763	705200
4.2	Excavaciones en zanja de 2-4 m	m ³	300	7984	595200
4.3	Excavaciones en zanja mayor a 4m con agotamiento y entibación	m ³	-	16886	-
4.4	Cama de apoyo granular	m ³	20	6070	121400
4.5	Relleno de zanjas con material de excavación	m ³	572	3281	1876732
4.6	Retiro de excedentes	m ³	108	2646	285768
5	SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE CAÑERÍAS Y MATERIALES				1864330
5.1	Suministro de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=200 mm	m	250	6637	1659250
5.2	Suministro de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=315 mm	m	-	16365	-

5.3	Transporte de cañerías HDPE	Kg	1750	46	80500
5.4	Colocación de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=200 mm	M	-	2217	-
5.5	Colocación de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=315mm	M	-	3121	-
5.6	Pasamuro HDPE D=200 mm (Conexión tubería a cámara)	Nº	5	24916	124580
5.7	Pasamuro HDPE D=315 mm (Conexión tubería a cámara)	Nº	-	46093	-

Tabla 2*Análisis de costos, renovación del método tradicional*

6	OBRAS DE CONCRETO				320205
6.1	Cámara tipo "a" Hm=2.4m.	Nº	-	486963	-
6.2	Cámara tipo "b" Hm=1.25m.	Nº	-	431739	-
6.3	Tapas circulares tipo calzada	Nº	-	121015	-
6.4	Modificación de banquetas	Nº	-	40461	-
6.5	Machones de afianzamiento	Nº	5	42203	211015
6.6	Reconexión a cámaras existentes	Nº	5	14260	71300
6.7	Refuerzo hormigón	m ³	0	94725	37890
6.8	Modificación cámaras de inspección	Nº	-	12824	-
7	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ASFALTOS				24087875
7.1	Rotura y reposición de vereda de e=0.07 m	m ²	-	12269	-
7.2	Rotura y reposición de calzada de hormigón de e=0.18 m	m ²	-	33049	-
7.3	Rotura y reposición de calzada de hormigón de e=0.12 m	m ²	875	27529	24087875
7.4	Rotura y reposición de calzada de asfalto de espesor no menor a existente	m ²	-	23697	-
7.5	Rotura y reposición de soleras tipo A	m	-	10354	-
8	UNIONES DOMICILIARIAS				742914
	Renovación de uniones domiciliarias existentes				
8.1	(Diversos diámetros, incluye materiales y mano de obra)	Nº	18	41273	742914
	Reconexión de uniones domiciliarias existentes				
8.2	(Diversos diámetros, incluye materiales y mano de obra)	Nº	-	23641	-
9	LIMPIEZA Y PRESENTACION DE OBRA				150000
9.1	Aseo y presentación	GL	1	150000	150000
10	PLANOS DE CONSTRUCCION				220000
10.1	Planos de construcción	GL	1	220000	220000
	COSTO DIRECTO (\$)				33053403
	GASTOS GENERALES 10%				3305340
	UTILIDAD 5%				165267
	SUB TOTAL				36524010
	IGV 18%				6574321
	COSTO DE OBRA (\$)				43098331

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 \$ 43,098,331; 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 \$24,087,875 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.	Q	Valor unitario	Valor total (\$)
1	PROVISIONALES				2073431
1.1	Cartel de obra	GL	1	-	-
1.2	Movilización de equipos	Gl	1	-	-
1.3	Otros gastos provisionales	GL	1	2073431	2073431
2	SEÑALIZACIÓN DE TRANSITO				840
2.1	Señalización / materiales / mano de obra	GL	1	840	840
3	OBRAS PRELIMINARES				9508
3.1	Trazo o replanteo	m	250	36	8900
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				160919
	Sistema Zanja abierta				
4.1	Excavaciones en zanja de 0-2 m	m ³	28	1763	49364
4.2	Excavaciones en zanja de 2-4 m	m ³	21	1984	41664
4.3	Excavaciones en zanja mayor a 4m con agotamiento y entibación	m ³	-	16886	-
4.4	Cama de apoyo granular	m ³	1	6070	6070
4.5	Relleno de zanjas con material de excavación	m ³	13	3281	42653
4.6	Retiro de excedentes	m ³	8	2646	21168
5	SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE CAÑERÍAS Y MATERIALES				1864330

5.1	Suministro de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=200 mm	m	250	6637	1659250
5.2	Suministro de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=315 mm	m	-	16365	-
5.3	Transporte de cañerías HDPE	Kg	1750	46	80500
5.4	Colocación de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=200 mm	M	-	2217	-
5.5	Colocación de cañería de HDPE PE-100 PN 6 D=315mm	M	-	3121	-
5.6	Pasamuro HDPE D=200 mm (Conexión tubería a cámara)	Nº	5	24916	124580
5.7	Pasamuro HDPE D=315 mm (Conexión tubería a cámara)	Nº	-	46093	-

Tabla 4

Análisis de costos, renovación del método cracking

6	OBRAS DE CONCRETO				320205
6.1	Cámara tipo "a" Hm=2.4m.	Nº	-	486963	-
6.2	Cámara tipo "b" Hm=1.25m.	Nº	-	431739	-
6.3	Tapas circulares tipo calzada	Nº	-	121015	-
6.4	Modificación de banquetas	Nº	-	40461	-
6.5	Machones de afianzamiento	Nº	5	42203	211015
6.6	Reconexión a cámaras existentes	Nº	5	14260	71300
6.7	Refuerzo hormigón	m ³	0	94725	37890
6.8	Modificación cámaras de inspección	Nº	-	12824	-
7	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ASFALTOS				24087875
7.1	Rotura y reposición de vereda de e=0.07 m	m ²	-	12269	-
7.2	Rotura y reposición de calzada de hormigón de e=0.18 m	m ²	-	33049	-
7.3	Rotura y reposición de calzada de hormigón de e=0.12 m	m ²	875	27529	24087875
7.4	Rotura y reposición de calzada de asfalto de espesor no menor a existente	m ²	-	23697	-
7.5	Rotura y reposición de soleras tipo A	m	-	10354	-
8	UNIONES DOMICILIARIAS				742914
	Renovación de uniones domiciliarias existentes				
8.1	(Diversos diámetros, incluye materiales y mano de obra)	Nº	18	41273	742914
	Reconexión de uniones domiciliarias existentes				
8.2	(Diversos diámetros, incluye materiales y mano de obra)	Nº	-	23641	-
9	LIMPIEZA Y PRESENTACION DE OBRA				150000
9.1	Aseo y presentación	GL	1	150000	150000
10	PLANOS DE CONSTRUCCION				220000
10.1	Planos de construcción	GL	1	220000	220000

11	INSTALACION DE TUBERIA SISTEMA CRACKING				7500568
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	30.000	7500000
	COSTO DIRECTO (\$)				15653586
	GASTOS GENERALES 10%				1565359
	UTILIDAD 5%				782.679
	SUB TOTAL				17297213
	IGV 18%				3113498
	COSTO DE OBRA (\$)				20410711

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 \$ 20,410,711; 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 puede ser a causa de que se haya roto una tubería de desagüe como también a la descomposición de las tuberías mismas. • 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. 	<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 una 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 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. • 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 trabajará 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 contaminará la tierra y la flora de la zona. También ya no ocasionará 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 crecimiento (Gonzales, 2018).	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).
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	Se utiliza tubería de polietileno que tiene una vida útil de cien años, especialmente adecuada para zonas sísmicas debido a su flexibilidad. El

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

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 Zwierzchowska (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 \$ 43,098,331; 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 \$24,087,875, pero mientras que con el método cracking los costos suelen ser menores donde la obra de saneamiento tuvo un total de \$ 20,410,711; reflejándose que mediante este método el presupuesto llega hacer mínima, donde la actividad que tiene mayor costo es la instalación de tubería de sistema cracking y el costo mínimo fue cubierto por los plano 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 \$44,853.468 a \$21,241.916 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 cranking, 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 tantos 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 utilizan máquinas pesadas y ni mucho menos se llega a romper toda 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.

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 \$ 43,098,331, pero con este método sin zanja los costos totales fueron \$ 20,410,711, 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.

LISTA DE 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>
- Diario IAGUA. (2018, setiembre 7). SEDAPAL renueva 270 kilómetros 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=SE DAPAL%20ha%20renovado%20m%C3%A1s%20de, beneficiar%C3%A1n%20a%20los%20pobladores%20de](https://www.iagua.es/noticias/peru/14/07/08/sedapal-renueva-270-kilometros-de-tuberias-con-el-metodo-sin-zanja-51772#:~:text=SE%20DAPAL%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.
- 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
- 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>
- 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.
- 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>
- Ortega, 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., Kulickowska, E., & Kulickowski, 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.u cv.edu.pe/handle/20.500.12692/36363>
- Terra, T. (2018). Sistemas de instalación en el subsuelo de tuberías sin zanja. 82(25). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6889705>
- 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

- 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.
- 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>