

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“ANÁLISIS COMPARATIVO EN LA INSTALACIÓN DE
TUBERÍAS CON Y SIN ZANJA PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LA RENOVACIÓN DE LAS REDES DE
ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE TACNA”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

**Bach. NOEMI SOLEDAD BRICEÑO PACAHUALA
Bach. AMÉRICA MARDELI CHANAMÉ ZEBALLOS**

TACNA – PERÚ

2023

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“ANÁLISIS COMPARATIVO EN LA INSTALACIÓN DE
TUBERÍAS CON Y SIN ZANJA PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LA RENOVACIÓN DE LAS REDES DE
ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE TACNA”**

Tesis sustentada y aprobada el 7 de setiembre de 2022; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTA : Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES

SECRETARIO : Mag. YVAN MANUEL AROSQUIPA NINA

VOCAL : Mtro. JIMMI YURY SILVA CHARAJA

ASESOR : Mtro. ULIANOV FARFÁN KEHUARUCHO

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotras, Noemi Soledad Briceño Pacahuala y América Mardeli Chanamé Zeballos, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 41149534 y 71983488, así como Ulianov Farfán Kehuarucho con DNI 80456293; declaramos en calidad de autores y asesor que:

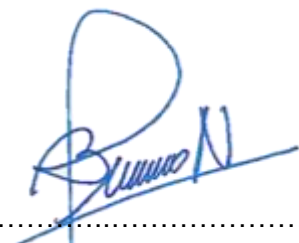
1. Somos los autores de la tesis titulado: “Análisis Comparativo en la Instalación de Tuberías con y sin zanja para mejorar la Productividad en la Renovación de las Redes de Alcantarillado en la ciudad de Tacna”, la cual presentamos para optar el Título Profesional de *Ingeniero Civil*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna 7 de setiembre del 2022



.....
Noemi Soledad Briceño Pacahuala
DNI: 41149534



.....
América Mardeli Chanamé Zeballos
DNI: 71983488

A handwritten signature in blue ink, consisting of three large loops at the top and a series of vertical strokes below, all contained within a horizontal line that ends in a long tail on the right.

Uliarov Farfán Kehuarucho
DNI: 80456293

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios que ha sido mi fortaleza todo el tiempo. A mis padres Leonidas y Mercedes quienes con su apoyo emocional me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más. A mi Tía Silvia por todo su cariño y apoyo durante todo este proceso. A mi hermana Mercedes por estar ahí con su persistencia. Al Ing. Luis Sosa Romero, por sus consejos y palabras de aliento que me ayudaron a lograr mi objetivo. Finalmente me gustaría dedicar esta tesis a todos mis amigos, aquellos que me apoyaron cuando más los necesité, me ayudaron en los momentos más difíciles que siempre llevo en mi corazón.

Noemi Soledad Briceño Pacahuala

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi familia (padres y hermanas) por su apoyo constante, por la motivación diaria para ser cada día mejor y alcanzar mis metas. A mi mamita Elena adorada que es el ángel que me impulsa a seguir adelante a pesar de que ya no se encuentra en este mundo.

Y como no dedicársela a Dios ya que gracias a él concluí mi carrera profesional. A todos ustedes dedico el producto de mi esfuerzo.

América Mardeli Chanamé Zeballos

AGRADECIMIENTO

Todo este viaje no ha sido fácil. Todavía queda un largo camino por recorrer. Por eso, quisiera agradecer a Dios porque siempre guíe mi camino con sus bendiciones y a toda mi familia por estar siempre a mi lado. Finalmente, quisiera expresar mi más profundo y sincero agradecimiento al Mg. Uliánov Farfán Kehuarucho, un colaborador clave en este proceso. Su liderazgo, conocimiento, educación y colaboración hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

Noemi Soledad Briceño Pacahuala

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por iluminarme, por darme la fuerza para levantarme cada vez que me iba a dar por vencida.

Quiero agradecer a mi papito y a mi mamita por haberme dado su apoyo, sus consejos, y la motivación que necesitaba día con día para poder cumplir con mis sueños y metas profesionales, gracias papitos por el gran amor que me dan, gracias por confiar en mí y en mis fortalezas.

Gracias a mis hermanas por su cariño y sobre todo agradecer a mi ángel que siempre está cuidando de mí, gracias mamita Elena.

América Mardeli Chanamé Zeballos

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	6
1.2.1. Problema general.....	6
1.2.2. Problema específico.....	6
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	7
1.4. Objetivos.....	8
1.4.1. Objetivo general.....	8
1.4.2. Objetivos específicos.....	8
1.5. Hipótesis.....	8
1.5.1. Hipótesis general.....	8
1.5.2. Hipótesis específicas.....	8
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes de la investigación.....	9
2.2. Bases teóricas.....	12
2.3. Definición de términos.....	26
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	29
3.1. Tipo y Nivel de la Investigación.....	29
3.2. Población y/o Muestra de Estudio.....	29
3.3. Operacionalización de Variables.....	30
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	30
3.5. Procesamiento y Análisis de Datos.....	32
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	50

4.1.	Proyecto donde se realiza la Investigación - Instalación de Tuberías con Zanja.....	50
4.2.	Proyecto donde se realiza la Investigación - Instalación de Tuberías sin Zanja.....	57
4.3.	Análisis para Producción en el Método Tradicional con Zanja.....	59
	CAPITULO V. DISCUSIÓN.....	78
	CONCLUSIONES.....	80
	RECOMENDACIONES.....	81
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
	ANEXOS.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Colectores de la ciudad de Tacna.....	5
Tabla 2.	Población servida con el servicio de alcantarillado - por localidad.....	5
Tabla 3.	Operacionalización de Variables.....	30
Tabla 4.	Tabla de diámetros de ancho de Zanja.....	35
Tabla 5.	Dimensiones Normales de Zanja.....	35
Tabla 6.	Datos del Terreno.....	50
Tabla 7.	Cuadro Resumen de Presupuesto.....	52
Tabla 8.	Resumen de Presupuesto.....	58
Tabla 9.	Resumen de Presupuesto.....	56
Tabla 10.	Resumen de Presupuesto.....	59
Tabla 11.	Primera Intervención Tradicional - Análisis de Costos Unitarios.....	60
Tabla 12.	Metrado Segunda Intervención – Tradicional.....	62
Tabla 13.	Segunda Intervención – Tradicional - Análisis de Costos Unitarios.....	63
Tabla 14.	Metrado Segunda Intervención – Tradicional	65
Tabla 15.	Tercera Intervención – Tradicional.....	66
Tabla 16.	Metrado Tercera Intervención – Tradicional.....	68
Tabla 17.	Promedio por Método Tradicional.....	69
Tabla 18.	Primera Intervención – Cracking – Análisis de Costos Unitarios.....	70
Tabla 19.	Metrado Primera Intervención – Método Cracking	71
Tabla 20.	Segunda Intervención – Cracking – Análisis de Costos Unitarios.....	72
Tabla 21.	Cronograma Segunda Intervención - Cracking.....	74
Tabla 22.	Tercera Intervención – Cracking – Análisis de Costos Unitarios.....	75
Tabla 23.	Metrado Tercera Intervención - Cracking.....	76
Tabla 24.	Promedio por Método Cracking.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de Redes de drenaje, Tacna.....	4
Figura 2. Sistema de Red de Alcantarillado.....	13
Figura 3. Ampliador tipo cónico para ruptura de tuberías.....	17
Figura 4. Distribución de un conducto por metodología de fractura.....	18
Figura 5. Procedimiento con el método de reentubado.....	19
Figura 6. Distribución del polímero en tubería.....	21
Figura 7. Corte del pavimento para las ventanas.....	22
Figura 8. Excavación de ventanas.....	23
Figura 9. Empalmado de tubería en máquina de termofusión.....	24
Figura 10. Ejercer presión para que los tubos queden soldados.....	25
Figura 11. Colocado de la tubería en el tramo a fragmentar.....	26
Figura 12. Replanteo de obra.....	33
Figura 13. Excavación de zanjas.....	36
Figura 14. Zanja después de los trabajos de refine.....	36
Figura 15. Sección transversal de la zanja.....	37
Figura 16. Compactación de zanja con materialseleccionado.....	37
Figura 17. Excavación de Buzones.....	38
Figura 18. Conexión Domiciliaria.....	39
Figura 19. Trabajos de Compactación de Zanja.....	40
Figura 20. Conexión Domiciliaria.....	42
Figura 21. Máquina de Fragmentación Estática.....	45
Figura 22. Ruptura de Tubería Tradicional (Asbesto Cemento).....	46
Figura 23. Tubería de Polietileno HDPE Instalada - Instalación de Cabezal.....	46
Figura 24. Muestra el montado de las tuberías en la máquina de termofusión.....	47
Figura 25. Ventanas para Conexiones Domiciliarias.....	49
Figura 26. Unión de Abrazaderas Tubería de Distribución.....	49
Figura 27. Plano del Sector obras.....	51
Figura 28. Plano del Sector obras.....	53
Figura 29. Plano del Sector obras – Ubicación de Obra.....	55
Figura 30. Plano del Sector obras.....	57
Figura 31. Cronograma Primera Intervención – Tradicional.....	61
Figura 32. Cronograma Segunda Intervención – Tradicional.....	64
Figura 33. Cronograma Tercera Intervención – Tradicional.....	67

Figura 34. Cronograma Primera Intervención – Cracking.....	71
Figura 35. Cronograma Segunda Intervención – Cracking.....	73
Figura 36. Cronograma Tercera Intervención – Cracking.....	76
Figura 37. Comparación de tiempos en la ejecución del proyecto Tradicional.....	78
Figura 38. Comparación de costos en la ejecución del proyecto Tradicional.....	79

RESUMEN

En la presente investigación, se inspeccionaron y se compararon dos metodologías para el cambio de tuberías de alcantarillado; metodología tradicional y la metodología cracking. Esto se debe a que hay una necesidad en la población de que cuando se ejecutan las obras con la metodología tradicional existen innumerables problemas desde el cierre de vías hasta las molestias causadas a los vecinos por mucho tiempo, atravesando por la seguridad y salud en el trabajo, manejo ambiental entre otros, este acontecimiento hace de que se plantee nuevas alternativas de proceso constructivo, en el cual se plantea realizando una comparación entre proyectos que se han desarrollado con una u otra metodología saber cuál es el más ventajoso en temas de productividad, tiempos y costos para así determinar y recomendar a todas las entidades del estado o privados en proponer estas alternativas de solución, el cual esta descrito dentro de este trabajo de investigación.

Palabras clave: tradicional; cracking; alcantarillado; ejecución de obra.

ABSTRACT

In the present investigation, two methodologies for the change of sewer pipes were inspected and compared; traditional methodology and cracking methodology. This is because there is a need in the population that when the works are executed with the traditional methodology there are innumerable problems from the closure of roads to the inconvenience caused to the neighbors for a long time, going through safety and health at work , environmental management among others, this event causes new alternatives of the construction process to be proposed, in which a comparison between projects that have been developed with one or another methodology is proposed to know which is the most advantageous in terms of productivity, time and costs to determine and recommend to all state or private entities to propose these alternative solutions, which is described in this research work.

Keywords: traditional; cracking; sewerage; execution of work.

INTRODUCCIÓN

Los múltiples estudios que se realizan para mejorar la productividad los tiempos y los costos en la ejecución de las obras son innumerables, este proceder es bastante real ya que a la fecha a pesar de la existencia de esos muchos estudios todavía las entidades del estado y otras entidades privadas todavía dentro de su proceso de ejecución continúan utilizando la metodología tradicional, a pesar de que este proceder genera innumerables problemas desde grandiosas pérdidas de dinero, tiempo y muchas veces quedando las obras paralizadas y por ende pérdidas que se van reflejando en la población beneficiaria.

Estos motivos han generado en nosotras investigar mediante la comparación de proyectos que utilizaron dentro del proceso de ejecución metodología tradicional y metodología cracking para el reemplazo de tuberías de alcantarillado y de esta manera aportar para que se tome en consideración las conclusiones de este trabajo que consiste en:

Capítulo I.- El problema de investigación.

Capítulo II.- Marco teórico.

Capítulo III.- Marco metodológico.

Capítulo IV.- Resultados.

Capítulo V.- Discusión.

Conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

La instalación de los sistemas de alcantarillado en la ciudad de Tacna normalmente consiste en la instalación de las tuberías a través de la apertura de una zanja, la cual traslada los residuos provenientes de las residencias, manufacturas, centro de salud y otros; cuyo destino son las plantas de procesamiento.

Las situaciones referidas a los sistemas de drenaje para localidades urbanas de Tacna están en los 30 años de antigüedad en algunos sectores de la ciudad; esto, conlleva a la innovación y restitución de los suministros lo cual deberá de ser implementado por la empresa que presta los servicios (EPS), cuya finalidad es la de brindar mayor durabilidad en la prestación de sus productos.

La EPS Tacna, posee el perímetro para abastecer el suministro referente al saneamiento hacia lugares en Tacna (provincia de Tacna) Pachía (provincia de Tacna) asimismo Locumba. Estas zonas administradas, poseen una densidad poblacional que sobrepasa a los 300 mil pobladores.

Referente al sistema de drenaje para lugares como Pachía, Locumba y Tacna estas registran el alcance de porcentajes promedio de 96,7 %, 85,4 % y 79,6 %. Esto se denota hacia los beneficiarios que tienen el servicio, mediante las conexiones hacia las residencias. Este sistema está constituido por 24 717,00 metros para colectores primarios, 707 712,00 metros en colectores secundarios, tres interceptores con 16 337,00 metros de emisor y dos plantas de procesamiento de aguas servidas.

El drenaje para Locumba tiene 183,00 metros en colector primario, así como 6381,00 metros en colector secundario. De igual manera para Pachia esta se compone de 8672 metros en colectores secundarios.

Para el año 2018, en total se contabilizo 94 355,00 unidades de uso referente al alcantarillado, que se encuentran bajo administración de EPS Tacna S.A. Aquellas unidades que fueron consideradas como activas, llegaron a representar un porcentaje de 85,4 %, en cambio considerando las que son inactivas estas representaron porcentaje de 14,6 %. Se verifico además que Tacna como localidad, ha acumulado un 99,1 % del total.

La utilización del alcantarillado es representada por la cuantificación en volumen que transcurre con aguas residuales, las cuales son vertidas hacia estas redes. Como

un producto demandado por el agua potable, conforme a cada usuario, esta viene siendo vertida hacia las alcantarillas, asimismo se verifica que a este flujo contribuye, una infiltración por napas freáticas y lluvias.

El centro histórico de Tacna se localiza como el servicio de alcantarillado cuya antigüedad es la mayor, lo que genera una preocupación debido al incesante crecimiento de la población en los años pasados, siendo hasta en un 1,3 % para cada año debido a la migración. Tacna se ha convertido en una zona que adhiere las poblaciones excedentes, de esta forma se disminuye en gran medida las rigideces respecto a la sociedad para la región Sur Peruana.

Por lo tanto, ante la investigación, es que se exhibe los altos porcentajes de alcantarillados en Tacna (centro histórico), genera un exceso de capacidad, por lo tanto, aminorando la vida útil del sistema, conllevando a generar incesantemente daños y siendo necesario con mayor frecuencia mantenimiento y operacionalización de la red.

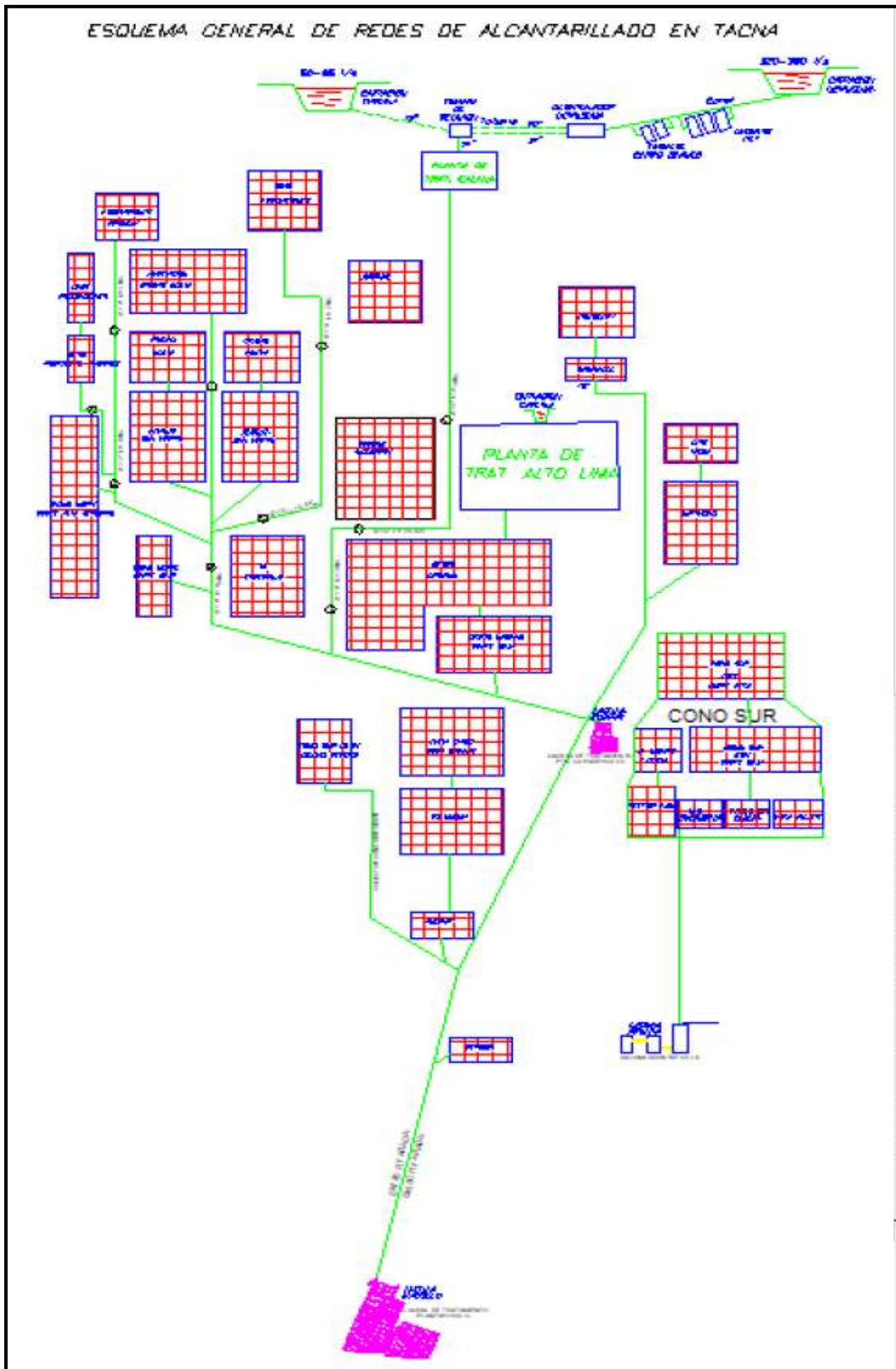
El procedimiento tradicional y más usado para instalar las redes de tuberías es realizado mediante el zanjado, ya sea considerando pavimentos o trochas con su respectiva distribución, restitución y eliminación del material excedente. Por lo general, este proceso de instalación se da en la renovación o en la amplificación de las zonas urbanas, con ello el bloqueo de vías genera una problemática, asimismo se verifica que los pobladores del sitio no brindan una aceptación referida a cerrar la vía, ya que esto representa un beneficio hacia la reforma o instalación del alcantarillado.

Al surgir el deterioro de las redes por el cumplimiento de su vida útil y ante el demandante requerimiento, para ser repuestas, en zonificaciones del tipo urbana, cuya densidad es alta, debido a la diversidad en actividad económica. El hecho de que sea necesario el cerrar, aun por periodos cuya duración es poca, generan que se dé un impacto resaltante en lo referido a lo productivo y económico. Bajo el enfoque de estas circunstancias, los métodos tradicionales actualmente empleados con las zanjas para las tuberías resultan ineficientes.

Para la ciudad de Tacna actualmente considera el siguiente esquema referido a las Redes de Alcantarillado como se muestra a continuación en la Figura 1.

Figura 1

Esquema de Redes de drenaje, Tacna



Nota. EPS - 2018

La ciudad de Tacna desagua sus alcantarillas utilizando once colectores de forma principal, designados como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1*Colectores de la ciudad de Tacna*

Nº	Longitud de colectores (m)	Diámetros (mm)					Total
		200	250	300	350	400	
1	Tarata	2 555,35	617,23	-	246,21	103,66	3 522,45
2	Industrial	257,91	899,23	-	175,08	639,10	4 267,86
3	Modelo Molina	-	-	402,53	758,16	-	1 317,62
4	A, B, Leguía	-	-	1 549,78	827,31	78,45	2 455,54
5	Av, 2 de Mayo	-	449,44	410,44	-	-	859,88
6	Av, Bolognesi	-	-	-	1 407,05	2 648,74	4 055,79
7	Circunvalación Sur	-	-	-	-	794,31	1 156,46
8	Tarapacá	1 386,68	3 142,35	589,95	-	-	5 118,98
9	P,J, Leguía	-	300,02	1 416,11	-	1 183,44	2 899,57
10	Vista Alegre	381,71	638,07	910,87	-	-	1 930,65
11	Cono Sur	-	-	5 168,37	-	-	5 168,37
Total						32 753,17	

Nota. Para el colector de Modesto Molina con un diámetro de 550 mm será 156,93 mm y para el Colector en Industrial con un diámetro de 450 mm será 730,10 mm y de 600 mm será 1 566,44 mm Para el colector de Circunvalación Sur con un diámetro de 450 mm será 362,15 mm; EPS 2018.

Por otro lado, el servicio de alcantarillado brindado por la EPS es recogido a través de las conexiones en los domicilios que para mayor del año 2018 acumulaban en total 93 407,00 con ello se presenta que la población en su totalidad sea de 292 425,00 de pobladores designadas para tres locaciones hacia el ámbito cuyo compromiso es de competencia de la EPS, como se puede observar en la Tabla 2 La población servida con el servicio de alcantarillado.

Tabla 2*Población servida con el servicio de alcantarillado - por localidad*

Localidad	Conexiones domiciliarias		
	Número de conexiones	Hab./vivienda	Población servida
Tacna	92 546,00	3 21	288 689,00

Nota. EPS 2018.

Definitivamente estos resultados pueden cambiar al generar propuestas de solución y generar tecnologías que generen soluciones a las problemáticas para de esta manera el impacto sea en menor medida a un contexto cultural y económico.

Una de estas tecnologías es la sin zanja o llamado cracking con ello queda inutilizable el excavar por lo cual se aminora los perjuicios hacia la infraestructura existente además es bien sabido que las formas tradicionales demandan un mayor movimiento del terreno con mayor perjuicio a la infraestructura que van desde pavimentos ferrocarriles el bloqueo de calles etc.; Por ello esto viene generando considerables mermas a nivel económico resultando en algunos casos su correcta cuantificación.

En el proceso para renovación de tuberías con esta metodología innovadora no es requerido una zanja para las modificaciones en consecuencia se aminora la necesidad de romper concreto o las capas del pavimento por ello es por lo que se obvia la necesidad de generar grandes volúmenes de tierra transportados.

Otro beneficio directamente generado es la de conservar los diámetros preexistentes resultando de esta forma las principales características relacionado a la física de los fluidos localizados en las tuberías, Como ventaja secundaria es que la mínima perturbación hacia los servicios implicara en menor medida el extraer y reemplazar el suelo y relleno, Con ello se disminuye en gran parte los riesgos relacionados a los servicios sin crear indemnización por daños causados minúscula molestia en los pobladores y menor contaminación hacia el medio ambiente asimismo menos daños a los peatones e incidentes de orden laboral por las zanjas.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Es posible la comparación de la instalación de tuberías con y sin zanja para mejorar la productividad en la renovación de las redes de alcantarillado en la ciudad de Tacna?

1.2.2 Problema específico

- a. ¿Es posible que al evaluar los costos más adecuados para la renovación de redes de alcantarillado con o sin zanja?
- b. ¿Es favorable contrastar los tiempos de ejecución más adecuados para la renovación de redes de alcantarillado la ciudad de Tacna?

- c. ¿Es posible definir la productividad en la renovación de las redes de alcantarillado con y sin zanja?

1.3. Justificación e importancia de la investigación

En lugares como Bolivia y Ecuador y otros diversos se continúa con el sistema tradicional que es la instalación de la tubería a través de la zanja abierta técnica que requiere mayor inversión tiempos mayores y altos recursos económicos, Para el Perú existe alrededor de 32 millones de pobladores de entre todos ellos en porcentaje un 60 % están situados en zonas urbanizadas (INEI 2017); y la tendencia es la migración a las ciudades lo que genera mayor demanda en los servicios básicos en las redes de alcantarillado es lo último que se renueva o amplía por lo cual siempre trabajan a su capacidad máxima generando roturas y atoros ya sea por el caudal que llevan o por haber alcanzado el tiempo de servicio esperado.

Por ello surge que los lugares en los cuales la urbanización ha sido densamente ocupada requieran la actualización referente al alcantarillado por ello cuando se realice estas obras deberían de poseer un gasto mínimo y cuyo impacto no sea perjudicial hacia los pobladores, Por ello es que la utilización de tecnologías innovadoras que no contemplen la utilización de zanjas resulta atractiva en el rubro constructivo.

Como tecnología innovadora y como una opción de reemplazo a las metodologías tradicionales es que surge la tecnología sin el empleo de zanjas o denominado como Cracking debido al aminoramiento de costos y la eficiencia en su aplicación disminuyendo los porcentajes de contaminación a priori, Por ello la innovación con tecnologías que no consideren el uso de zanjas incrementaría en gran medida el rendimiento y el proceso de rehabilitar las diversas redes de alcantarillas poseería un impacto favorable además en el aspecto socioeconómico ya que alargaría en gran parte el tiempo de vida útil de las conducciones.

El método cracking es una moderna tecnología que permite cambiar la tubería sin abrir zanjas y enfriar tuberías de polietileno que cuentan con una vida útil de hasta 100 años a la vez reducir la interrupción de calles con un menor daño hacia el medio ambiente y en el ámbito comercial reduce la rotura de tuberías y pistas en un 80 por ciento en relación al método convencional desarrolla una rapidez con mayor productividad conllevando al aminoramiento de las maquinarias pesadas el procedimiento consiste en realizar excavaciones en cada esquina de la calle donde se instala el equipo de fragmentación que comenzará el trabajo empujando unas barras de acero dentro de la tubería antigua las barras se irán enroscando hasta llegar al otro

extremo después se realizara la instalación con el cabezal en la tubería de polietileno el cual es enganchado a las barras de acero que serán jaladas por el personal técnico de segmentación cuando el cabezal es introducido interiormente hacia las tuberías antiguas poco a poco irá rompiendo y la par avanzara e irá colocando las nuevas redes de tuberías.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Comparar y analizar la instalación de tuberías con y sin zanja para mejorar la productividad en la renovación de las redes de alcantarillado en la ciudad de Tacna.

1.4.2 Objetivos específicos

- a. Evaluar los costos en la renovación de redes de alcantarillado con y sin zanja
- b. Comparar los tiempos de ejecución en la renovación de redes de alcantarillado con y sin zanja
- c. Determinar la productividad en la renovación de redes de alcantarillado con y sin zanja

1.5. Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

Al comparar las instalaciones de tubería con y sin zanja se mejorará la productividad en la renovación de las redes de alcantarillado en la ciudad de Tacna.

1.5.2 Hipótesis específicas

- a. Con la evaluación de los costos en las técnicas con y sin zanja se permite seleccionar la renovación de redes de alcantarillado más adecuada
- b. Se plantea con la comparación de los tiempos el procedimiento para la renovación de redes de alcantarillado la ciudad de Tacna
- c. Con la instalación de tuberías con y sin zanja se podrá establecer la productividad en la renovación de las redes de alcantarillado

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Para la realización de la investigación fue necesario consultar diferentes fuentes o trabajos relacionados al tema de estudio.

2.1.1 A nivel internacional

Viana (2004) en su tesis cuyo título es: “Técnicas de construcción fundamentadas en la tecnología sin zanjas” perteneciente a la Universidad San Carlos de Guatemala, Brinda el conocimiento referido a emplear tecnologías innovadoras sin zanja profundizando en el desarrollo de procedimiento y las ventajas que conlleva asimismo aborda como las problemáticas generadas en la sociedad cuando hacen excavaciones a zanja abierta lo que brinda es la generación de conciencia en los profesionales de la construcción empleando nuevas tecnologías que aminoren los plazos y que disminuyan costosos procedimientos para mantenimiento de redes de agua y drenaje.

Forno (2010) en su tesis cuyo título es: “Impacto de la utilización de nuevas tecnologías y materiales en los plazos y costos de construcción” perteneciente a la Universidad de Chile, Sostuvo que la búsqueda y recopilación de información en el país y con fuentes extranjeras hacia la utilización de metodologías que examinen no usar zanjas y abordar el empleo de puntos de conexión mecánicos como sustitutos de los utilizados tradicionalmente de igual manera es que considera el explotar el uso de tuberías de polietileno, Por ello el objetivo general abordado en la investigación verifica el impacto monetario y tiempos de ejecución mediante nuevas tecnologías y materiales de mayor eficiencia.

Alarcón y Pacheco (2014) en su tesis cuyo título es: “Comparación tecnológica y costos del método de instalación de tuberías sin zanja (trenchless) más eficiente para los suelos encontrados en un proyecto de Bogotá”, Enfoca la realidad problemática en Bogotá brindando tres soluciones efectivas para metodologías que no consideren el zanjado en un mercado cuya finalidad es de brindar mantenimiento rutinario en las tuberías de la zona por ello hizo un comparativo de los procesos de construcción con la metodología tradicional y la que no contempla realizar un zanjado.

Mínguez (2015) en su tesis cuyo título es: “Métodos de excavación sin zanja” ejecutada en la universidad de ingeniería de Chile, Describe diversas metodologías que no utilicen zanjas las cuales son existente en un medio nacional como internacional

asimismo cataloga poseyendo una cruda revisión de las discrepancias lo cual puede abordarse desde costos de operación hasta el aminoramiento de un impacto hacia el medioambiente.

2.1.2 A nivel nacional

Echeverría y Mantilla (2019) en su tesis cuyo título es: "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" se determina que las tuberías sufren deterioro por lo cual es necesario realizar la renovación de las redes de agua potable pero estos procesos deben causar el menor impacto a la población y del medio ambiental, Para ello la propuesta de emplear el método del cracking o denominado como Pipe Bursting genera un gran impacto como tecnología alterna incrementando los ámbitos de sustentabilidad perfeccionamiento en la construcción y el brindar un lugar apropiado hacia la población.

Luna y Gonzales (2018) en su tesis cuyo título es: "Descripción análisis comparativo y evaluación de las tecnologías: sin zanja y convencional para la renovación del sistema de alcantarillado en el sector bajo de Miraflores – Distrito de Miraflores" que después de haber realizado una comparación entre ambas tecnologías incluyendo la elaboración de rendimientos en campo se concluye que la tecnología sin zanja permite realizar renovaciones y rehabilitaciones en menos tiempo y costos en las redes de alcantarillado, Lo cual genera la tecnología sin zanja ha generado un impacto socioeconómico mucho menor ya que su ejecución se hace en menor tiempo y las actividades económicas y sociales pueden reanudarse rápidamente.

Godoy (2018) en su tesis cuyo título es: "Estudio del sistema de fragmentación neumática de tuberías de alcantarillado o Cracking; como mejora en el proceso constructivo en el Perú 2018" en este estudio se afirma que existe beneficios al aplicar nuevas tecnologías lo que se ve reflejado en la mejorar de la productividad tiempo de ejecución y costo directo, Estos beneficios de la tecnología sin zanja mejoraron el 23,73 % en comparación a la tradicional generando un margen de ganancia del 42 %, Llegando a la conclusión que el uso de esta nueva tecnología es rentable y eficiente generando ganancias y mejorar en los procesos constructivos.

Gabriel (2017) en su tesis cuyo título es: "Aplicación de la Tecnología sin Zanja para mejorar la productividad en la rehabilitación de redes de alcantarillado Comas 2016" especifica que las tuberías sufren deterioro con el paso del tiempo por lo cual se aplica nuevas tecnologías que ayuden a la eficiencia de las redes, Al realizar una

comparación entre las tecnologías convencionales con zanja y sin zanja realizando una evaluación integral de esta tecnología se pudo demostrar que existe una conservación del 20 % en relación al procedimiento acostumbrado generando una mayor productividad de alrededor del 30 %.

Mendoza y Salazar (2016) en su tesis titulada “Análisis técnico-económico medición de rendimientos y determinación de cuadrilla tipo para el funcionamiento del equipo de fractura de tubería”. Se determina que el precio por cada distancia de recorrido para rehabilitar se obtuvo que el comparativo de precios unitarios el coste sin impuestos (IVA) considerando Pipe Bursting con una primera intervención fue de \$ 63,32 comparativamente con los precios mediante metodologías convencionales que fueron \$ 85,58, Represento por ello un aminoramiento de presupuestos con 21,00 % en relación con el de Pipe Bursting bajo la consideración de lo convencionalmente empleado. En una segunda intervención para el Pipe Bursting fue de \$ 73,19 comparativamente con la metodología convencional que fue de \$ 90,62, Simboliza por tanto una importante reducción de un 19,00 % en costos con Pipe Bursting, Por lo tanto, se concluye que los costos se ven afectados en un 86,89 % respecto a excavaciones movimientos de tierra y remodelación de asfaltos.

Ojeda (2015) en su tesis titulada “Análisis comparativo entre el método Pipe Bursting y el método tradicional en la renovación de tuberías de desagüe”. Determina que un importante beneficio que contempla el Pipe Bursting comparativamente al tradicional es la de ofrecer una mayor seguridad hacia el personal que labore porque no deberán de localizarse exactamente en la zanja ya que no es de requerimiento la excavación en los lugares a renovar con ello aminorando las causalidades de colapso o desprendimiento del terreno. La tecnología del pipe bursting representa una ventaja considerable respecto a lo tradicional económicamente es de S/, 47,21 por cada distancia de tubería renovada, Por ello lo tradicional posee un valor de 65,00 % más que la metodología innovadora del pipe bursting, Se considera además que aminora costos sociales con mucha menor molestia en los pobladores y sus actividades cotidianas.

Pareja y Del Campo (2015) en su tesis “Mejoramiento de la red de distribución de agua en el sector 5 subsector 3 de la ciudad de Tacna Región Tacna” se indica que el mejoramiento de las condiciones de saneamiento a través del uso de tecnología nueva y que de esa forma se logrará los objetivos de manera más eficientes y en un menor tiempo, Determinando así que la tecnología sin zanja tiene amplia superioridad de cara al procedimiento acostumbrado.

2.2 Bases teóricas

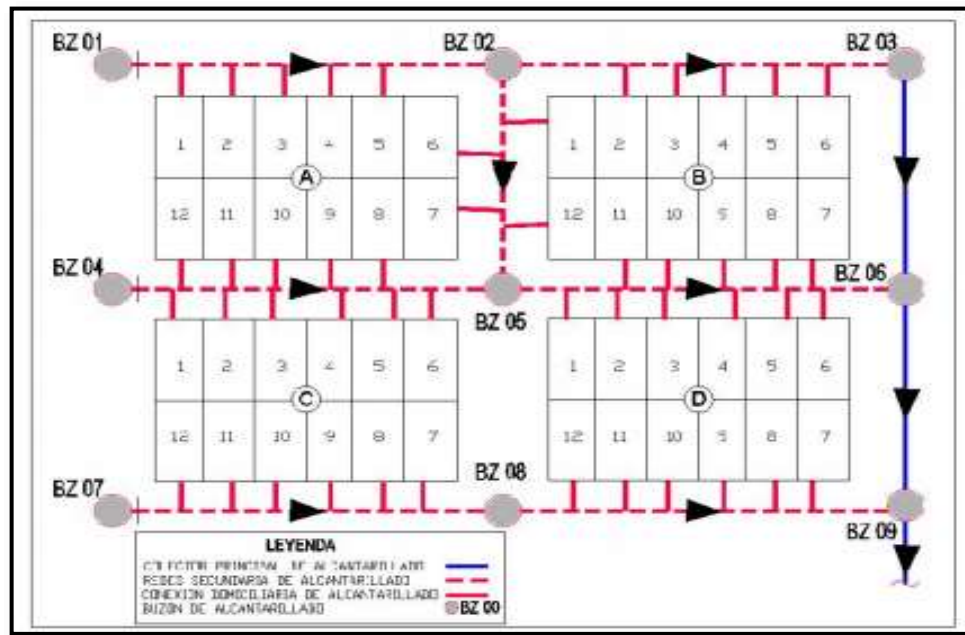
2.2.1 Tecnología con zanja

Las redes de conducciones de desagüe, como principal relevancia es que cuando se considera un progreso en las urbanizaciones abasteciéndolos de agua potabilizada cuando se han colocado estos requerimientos es cuando surge la problemática de expulsar las aguas residuales. En tal virtud es que nace el requerimiento de edificar un sistema integral de alcantarillas sanitarias que eliminen las aguas de drenajes producto de la población urbana los comercios y las diversas industrias (Normativa OS,070). Estas redes de alcantarillas usualmente se conforman de subcolectores colectores plantas de tratamiento emisores estaciones de bombeo y la descarga en la última etapa.

El lugar donde terminaran las aguas de las alcantarillas puede originarse desde un centro de recepción hasta la reutilización de esta acorde al tratamiento que se brindara cuyo fin será la reutilización. Con una eficiente forma de separar las aguas de alcantarillas es que genera que sea necesario considerar mayores incrementos en los lineamientos tecnológicos generando proyectos de alcantarillado con costos bajos con mayor eficiencia y con mayor seguridad para la población asimismo asegurando una conducción hidráulicamente impenetrable.

Cuando de proyectos de saneamiento se refiere es de requerimiento necesario la proyección de tuberías que brinden un adecuado hermetismo conservando la idónea calidad y un mayor incremento en el tiempo de utilidad contemplado para los materiales tal es el caso del PVC serie 25 y el polietileno de densidad alta (PEAD). Se aborda que también el sistema de alcantarillado en los domicilios será uniforme y con la mayor compatibilidad en las redes todo ello conforme al no generar mayores dificultades en las conexiones.

Referido a la Figura 2 Sistema de Red de Alcantarillado visualiza una esquematización de las alcantarillas con ramales colectores y conducciones importantes.

Figura 2*Sistema de red de alcantarillado***a. Reconocimiento en campo**

Para emplear la metodología Pipe Bursting es de necesidad la verificación mediante planos del lugar referente a las conexiones preexistentes cuya finalidad es de minimizar los daños. Aunque se contempla una mayor proporción de riesgos con el método tradicional porque el área donde se esté excavando es de mayor tamaño en consecuencia es bastante recurrente localizar y dañar conexiones que no se contemplaron.

Lo diferenciado del Pipe Bursting es que resulta necesario trazar el tramo que será zanjado aunque se deberá de señalar el área a la cual se va a intervenir cuya finalidad es la de aminorar en gran medida los accidentes que pudieran surgir.

De manera posterior es que se procede a cortar el concreto o en su defecto el pavimento existente en el lugar de trabajo posteriormente se fragmentara estos mediante el martillo. El material de desecho producto de la desintegración deberá de ser desechado mas no amontonado. Si no se hiciera esto se imposibilitaría un flujo de tráfico adecuado siendo este material inutilizable.

b. Excavación

Una vez que se tenga fraccionado el concreto o pavimento en la zanja este podrá ser realizado manualmente por el personal calificado y con las herramientas requeridas. Es aquí cuando se quita la red antigua que normalmente ya no se encuentran debido al deterioro tan solo se ubica fragmentos. Toda esta excavación es realizada hasta localizar el fondo de la tubería preliminar.

Todo el material localizado en la zona inferior de la zanja usualmente posee desperdicios estos cuando son excavados emiten olores desagradables por lo que es imperioso su eliminación inmediata y por ningún motivo deberán de ser acumulados por largos periodos ya que si no se le da un tratamiento inmediato esto genera que los pobladores circundantes presenten malestares, Posterior a lo expuesto es necesario la realización del refinamiento y nivelación de la zanja. Por ello será importante corregir las paredes de la zanja y nivelar adecuadamente el fondo para brindar una pendiente idónea y la tubería a colocarse sea estabilizada correctamente.

Mediante la presente no está contemplado el uso primordial de maquinarias debido a que se considera el trabajo manual. Por ello las correcciones de imperfectos generados por las maquinarias son eliminados por los trabajadores. Asimismo se deberá de verificar que el fondo de la zanja cumple con bastante apego hacia las pendientes que están expuestas en el perfil longitudinal y de esta manera brinden un apoyo firme y con la mayor estabilidad.

c. Colocación de tuberías

En el fondo de la zanja se coloca una cama con material de arena con un espesor de 10 cm para luego colocar la tubería. Deberá de asegurarse que se coloque una adecuada pendiente. En cada extremo de la tubería donde confluirán los buzones se pondrá dados de concreto para evitar posibles filtraciones hacia la zanja.

d. Colocación de accesorios

Cuando ya se disponga del tramo completamente listo entonces el procedimiento consecuente es el colocar los accesorios pertenecientes a la

conexión hacia el domicilio. Por ello la creación de un agujero en la tubería matriz será realizada ya que esto representará el eje donde será ubicada la tubería hacia el domicilio. Estas conexiones en la tubería matriz son empleando codos cachimbas todo ello mediante la colocación de un pegamento para PVC asegurando la inexistencia de fugas.

Luego se rellena la zanja con arena hasta 30 cm por encima de la tubería luego se rellena cada 20 cm con material propio zarandeado y se compacta dependiendo si este contiene piedras menores a 3 plg, de lo contrario se utiliza material de préstamo; por último se realiza el resane del tramo intervenido y si la tubería pase por jardines se debe de realizar la reposición.

2.2.2 Técnicas sin zanja

Las técnicas aplicadas sin la necesidad de realizar un zanjado son innovadoras aunque resulta importante definir como esta metodología utiliza los equipos y las herramientas de manera efectiva, y es que al pasar lo años se han generado perfeccionamientos hacia la eficiencia técnica y económica para rehabilitar las tuberías preexistentes o reemplazarlas por otras todo ello es contemplado mediante la mínima problemática y pérdida que implica el seguir utilizando métodos tradicionales. Por ello cuando consideramos la terminología “tecnología sin zanja” para nuestro actual desempeño viene siendo un término que posee una gran aceptación debido a su gran versatilidad y su utilización en los últimos 10 años globalmente siendo un eje primordial para la industria constructiva de manera subterránea (Sedapal 2016).

Cuando nos referimos a la tecnología CIPP o un curado en el lugar de ejecución (cured in place pipe) es cuando hablamos del compuesto tubular que viene impregnado con una resina epóxica de gran tecnología que funciona como un tipo de revestimiento para la tubería existente y que su instalación es con la reversión de presión de aire. Cuando se hubo culminado el ingreso de la resina este recibe un tratamiento de curado empleando vapor de agua que es uniformemente distribuido en la tubería de recepción (PAVCO 2017). Según Mínguez (2015) muestra que la terminología denominada como sin Zanja resulta una novedad. Aunque a la fecha ha sido ampliamente aceptada y globalizada brindando mayores refuerzos hacia la industria constructiva en zonas subterráneas.

El método de renovación de instalaciones existentes, según Mínguez (2015), las diversas metodologías que son empleadas para rehabilitar tuberías que por diversas razones hayan perdido su capacidad a nivel estructural o que no estén funcionando

debidamente o en última instancia que ya hayan alcanzado su vida útil de utilización. Todo ello sin afectar directamente a la zona intervenida como lo contempla el uso de zanjas. Aunque hasta el momento aún se vienen revisando el cómo perfeccionar estas metodologías tradicionales se van utilizando las que mayor eficiencia han brindado tal como es:

a. Fractura de Tubería (Pipe Bursting)

El método de fractura de tuberías debido a tiros con barras o denominado como reventamiento es consistente en la colocación de una tubería nueva en el sitio que es considerado por la tubería arcaica la peculiaridad del procedimiento es que cuando a medida que se va destruyendo la tubería antigua de forma sincronizada es situada la nueva tubería y los restos forman parte del suelo. Por lo cual la tecnología sin utilizar zanjas se recomienda cuando se sustituye líneas de agua potable gas y estas se localizan en suelos sensibles cuyo perímetro es existente por otras canalizaciones subterráneas o están aleñados a edificaciones. Debido a su versatilidad posee la capacidad de sustitución de tuberías que sean conformadas por hormigón acero o algún tipo de fundición del tipo dúctil lo mejor es que no se aminora las secciones lo cual permite que hasta se pueda generar agrandamientos en las secciones; En la Figura 3 se visualiza la ruptura de la tubería existente.

Figura 3

Amplificador tipo cónico para ruptura de tuberías



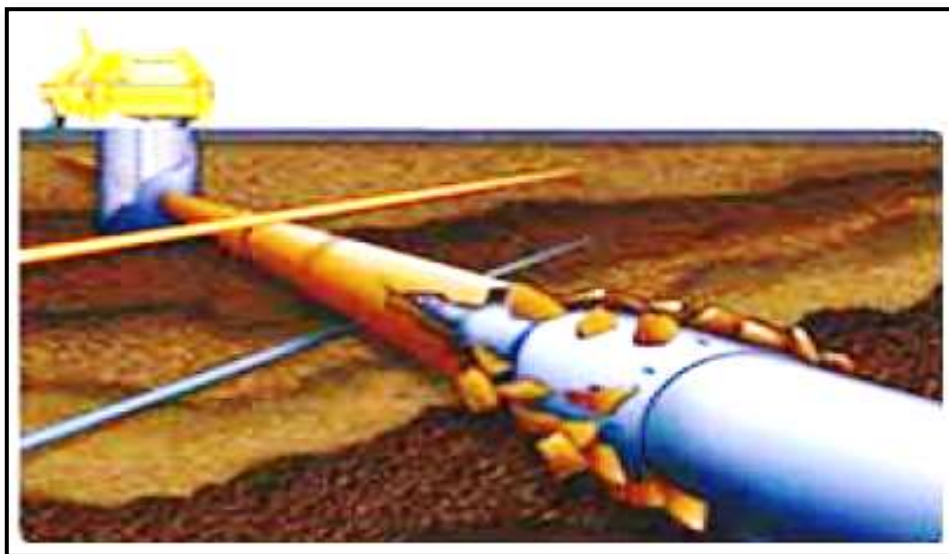
Nota. Obtenido de Mínguez (2015).

Las barras articuladas son jaladas desde el pozo a través de la antigua tubería hacia el pozo de inserción de la nueva tubería. Hasta que se acople una cuchilla de corte un cono expansor y la tubería a reemplazar. Con respecto a la capacidad de los equipos se encuentran entre 40 y 400 toneladas de capacidad de fuerza.

Consiguiente a la tubería a reemplazar se fragmenta con una cabeza de ruptura o es seccionada con un rodillo de corte. Los pedazos residuales de la tubería antigua se salen contra el terreno circundante y de esta forma la cavidad se amplía así el nuevo tubo ingrese en ella. La nueva tubería de puede tener el mismo diámetro que la tubería antigua o puede ser de un diámetro mayor. El mecanismo de trabajo que permite fragmentar la tubería antigua está hecho por un cabezal en forma de cuchilla el cual tiene la suficiente fuerza de triturar o seccionar la antigua tubería e colocar la nueva. Esta fuerza de empuje para fragmentar la tubería es situada en una estación hidráulica de unas 40 toneladas de fuerza que es capaz de seccionar las tuberías a reemplazar. También si el pozo de registro cuenta con la misma dimensión podrá realizarse el reemplazo sin tener que realizar excavaciones. El trabajo de instalación de maquinaria sustitución y retirada demora aproximadamente 3 horas por lo que el realizar el reemplazo completo de la tubería de un tramo es de 150-200 m aproximadamente en una jornada de trabajo; En la Figura 4 se visualiza el reemplazo de la nueva tubería con la existente.

Figura 4

Distribución de un conducto por metodología de fractura



Nota. Obtenido de Mínguez (2015).

b. Reentubado (Relining)

La técnica es consistente en introducir la tubería nueva hacia la tubería de mayor antigüedad. Por ello el relining resulta eficiente cuando se trata de zonas pobladas y se pretende realizar transformación y restitución de tuberías cuya antigüedad es considerable. Por lo tanto esta técnica inventa mayores ventajas si se coteja con lo tradicionalmente empleado. Asimismo se tiene un mínimo impacto hacia el medio ambiente y se aminora el congestionamiento de los pobladores debido al tránsito vehicular. Aunque es importante considerar que la eficiencia de la técnica viene con la restricción de considerar conducciones hacia donde se reduzca el diámetro de las conducciones como se puede apreciar en la Figura 5 el procedimiento con el método de reentubado.

Figura 5

Procedimiento con el método de reentubado



Nota. Fernández (2015).

Referente a la tecnología denominada relining es requerimiento la preparación correcta en la tubería arcaica esto es realizada con la finalidad de aminorar la fricción existente. Con ello la eliminación de diversas incrustaciones en las paredes el cerrado de juntas y la lubricación en la superficie interna de la tubería todo ello es realizado para generar una mayor limpieza y es debido a su denominación que es referido como la limpieza por lechada química. Esta lechada se usa hacia el cerrado de juntas con posibilidades altas que se provoque una infiltración o escapes de líquidos que serán trasladados también es ventajoso para el estampado de fisuras cerca de circunferencias asimismo es de utilidad en pequeños huecos. Se debe de considerar que la limpieza es necesaria cuando se considera la aplicación de la lechada ya que es necesario la expulsión de polvos de arena u otros sedimentos. Por lo tanto si se va a utilizar esta metodología es necesario desviar el flujo de agua que haya permanecido hasta que se haya

secado. Luego la tubería nueva que está siendo deslizada quedará un área que reste para integrarse el cual será rellenado con un material del tipo alcalino. (Fernández, 2015).

c. Revestimiento deslizante continuo (Slipining)

La presente metodología es empleada de manera amplia cuando se trata de rehabilitaciones referidas a las diferentes tipologías referentes a las canalizaciones estas poseen variaciones de entre 100 y 1700 mm. La importancia es minoritaria si se tratan de canalizaciones de aguas cloacales gas y demás. Siempre en cuando se permita una disminución en las secciones no representa una problemática.

De manera anticipada cuando se ingresa la canalización mediante el Polietileno de Alta Densidad (PEAD) por ello es necesario emplear dos excavaciones siendo localizadas en un punto de origen y la otra es colocada en el destino. Por lo tanto las obras de canalización las llaves y las uniones contempladas en la prestación corresponderán a ser excavadas y permanecer con exposición antes de que se ejecute el revestimiento. Cuando se trata de una sección de polietileno con alta densidad estas son unidas en la superficie u orificio de ingreso. La parte procedimental es ejecutada de tal modo que se monte el cabezal de tracción delimitado en la fracción delantera de la canalización y es promovido hacia la tubería de polietileno desde el orificio de ingreso hacia la salida. Esta inserción contemplada resulta ser una metodología eficiente aligera y suficientemente beneficiosa.

d. Tubería polimerizada in situ (Cured in a place pipe)

Es denominado como el encamisado con marga reversible esta metodología se considera ideal cuando se refiere a rehabilitar las canalizaciones de las aguas de alcantarillas o hacia las aguas de las industrias. Debido a sus características puede ser empleada para tuberías matrices y secundarias, Y aun utilizándolo en sentido horizontal o vertical. La fibra de poliéster es resistente hacia el ácido que esta empapado en resina. Estas tuberías son contempladas a medidas en diversas longitudes y con dimensiones que varían desde 50 a 2000 mm estos grosores son de 3 – 50 mm conforme a los requisitos exigidos. Cuando se localizan en dimensiones minúsculas las tuberías del tipo flexible podrían ser colocadas por aire comprimido. De manera posterior a la instalación estas

tuberías se polimerizan mediante el vapor. Si se trata de mayores dimensiones estos tubos son localizados desde un andamio. Si ya se encuentran en su posición final y fueron polimerizados a través del calor es cuando se elabora una canalización del tipo estructural la cual resistirá los efectos de la abrasión que posee la antigua canalización. Empleando un interruptor que es dirigido a una distancia razonable se registra minuciosamente que los laterales fueron registrados a través de una pantalla abriéndose posteriormente al desarrollo del revestimiento. Esta metodología admite la rehabilitación en conjunto de centenas de metros consignadas a canalizar en un solo día y con la ausencia completa de demandar una excavación. Por lo tanto, el revestimiento es absolutamente del tipo estructural como se puede visualizar en la Figura 6 la distribución del polímero.

Figura 6

Distribución del polímero en tubería



Nota. Fernández (2015).

e. Tuberías fundidas (Thermoformed pipe)

Considerando una restitución de tuberías para las alcantarillas la metodología es largamente empleado. El hecho de que posean inmensa duración debido a su composición inerte y porque no posee alta toxicidad resulta bastante apropiado si su finalidad es aplicarlo con agua potable. Estas tuberías del tipo fundidas están siendo aplicadas para la conducción por acción de cargas gravitacionales por lo tanto es idóneo si se coloca en un fluido que se encuentre a presión. Estas dimensiones en los diámetros localizados estarán variando desde los 7 cm hasta

los 80 cm. Cuando se contempla diámetros de pequeño tamaño es cuando conlleva a la instalación de longitudes con grandes tramos hasta en 500 m, Si este diámetro es incrementado entonces las longitudes que son posibles serán mayores a 200 m. Por lo tanto la metodología contemplada con fines de renovación de tuberías en estado de deterioro considerando profundidades de 15 m. Si fuera el caso de localizar un nivel freático será hasta los 6 m en delante de profundidad. Los requerimientos estructurales y aquellos materiales existentes establecen cual será el grosor de la pared ello está conforme a lo solicitado por las ecuaciones empeladas para el diseño las cuales son brindadas por la normativa ASTM F1216. Los módulos contemplados para las demandas de presión son actualmente diseñados entre 110 000 a 280 000 psi y es debido a que estas proporcionan una correcta integridad estructural resultan bastante confrontables a las alternativas de la competencia diferenciándole en los grosores de las paredes resultando considerablemente minúsculos. Por lo tanto existen 2 clases en general de tuberías que son fundidas: La primera es aquellas tuberías que fueron deformadas y reformadas cuya fabricación es con polietileno. La segunda es doblada y fabricada considerando composición de PVC. Estas son basadas en la alteración de manera temporal la sección transversal para de esta manera admitir la introducción correcta.

Después de la introducción las tuberías serán calentadas y ampliadas mediante la utilización de vapor a presión y aire. Esto conlleva a un correcto empotrado con la que esta existente en un proceso denominado como “termoformado”. Son refrigerados mediante aire frio todo ello manteniendo una presión constante y en tal sentido que se ajuste al tubo que servirá de acogida.

f. Habilitación del terreno

De acuerdo a Echevarria y Mantilla (2019) indica que una vez que sea correctamente identificado el tramo en el cual se realizara la renovación es preciso ubicar las ventanas de entrada y salida considerando que las salidas son los buzones. Inmediato a ello será necesario realizar el corte del pavimento o concreto en la pista para de esta manera se prosiga excavando hacia la profundidad necesaria de las tuberías. Estas ventanas poseerán relaciones de 1:1 2:1 siempre con referencia hacia la profundidad. La Figura 7 muestra el respectivo corte del pavimento para las ventanas.

Figura 7

Corte del pavimento para las ventanas



Nota. Echevarria y Mantilla (2019).

El tramo que poseerán las ventanas dependerá además del diámetro que posea la tubería debido a que si fuera un diámetro inferior representaría más flexibilidad en tal caso no requiere mucha distancia para que la tubería ingrese en la ventana. La Figura 8 se puede observar la ventana de ingreso la excavación.

Figura 8

Excavación de ventanas



Nota. Echevarria y Mantilla (2019).

g. Soldadura por termofusión

Es necesario acoplar ambos tubos al realizar la unión por lo tanto la fijación con abrazaderas en los dos tubos se realizará verificando que los tubos sean idóneamente unidos hacia la máquina es forzoso impedir movimientos cuando se ejecute el proceso de fusión.

La limpieza en el canto de ambas tuberías será necesario aplicarlo con un paño limpio separando toda la suciedad. En la Figura 9 señala el acople de tuberías con una maquinaria de termofusión.

Figura 9

Empalmado de tubería en máquina de termofusión



Nota. Echevarria y Mantilla (2019).

Posteriormente se deberá de mantener los bordes correctamente alineados es aquí cuando es necesario ingresar el refrentador en entrambos bordes de esta manera se efectuará el refrentado de manera sincrónica entrambas caras. Por ello el refrentar es obligatorio aunque los bordes en apariencia parezcan lisos.

Apartar los tubos y disponer fuera el refrentador verificando que las tuberías posean una característica de plano y alineado si no fuera ello será necesario efectuar otra vez el refrentado esto hasta que el alineamiento sea

óptimo. Es importante la limpieza de las superficies que serán unidas, asimismo la placa calefactora debe ingresar la temperatura adecuada de fusión; esta placa calefactora debe estar ubicada en ambos tubos y usar la presión. Asimismo, es necesario sostener la placa calefactora en el momento de la fusión adecuada, posteriormente se retira la placa y de manera inmediata se distribuirá una presión bastante leve en los extremos fusionados, siendo de esta manera facilitando su soldabilidad; por lo que en la Figura 10 se está empleando presión con la finalidad de que los tubos permanezcan soldados.

Figura 10

Ejercer presión para que los tubos queden soldados



Nota. Echevarría y Mantilla (2019).

h. Colocación de tuberías

Al poseer una soldadura en la tubería acorde a la amplitud a fragmentarse, será ineludible instalar el cabezal. Con ello, la generación de perforaciones hacia el extremo de la tubería es que se ponen los pernos del cabezal permaneciendo enteramente asentado hacia la tubería.

Luego se debe localizar el winche en la ventana de salida, posteriormente colocar el cable en la tubería antigua, dirigido hacia la ventana de entrada apoyándose con una soga. Luego se debe realizar el recorrido a través de la antigua tubería por medio de un cable guía denominado "cobra". Esto será insertado por la ventana de salida, llegando a la entrada será necesario el amarrar

la soga y se tirará de ella hasta que alcance a la ventana de salida. Luego se amarra al winche y se jala hasta la ventana de entrada.

Después que colocar el utensilio para el martilleo denominado “topo” en la nueva tubería esto será llevado a cabo empleando el cable del winche que pasara por la antigua tubería.

Al colocar el “topo” en el conducto lo que sigue es acoplar al winche. Inmediatamente desciende la tubería en la ventana de ingreso para lograr un alineamiento con el tubo que será partido todo ello con asistencia del winche; En la Figura 11 se observa la colocación del cabezal con la tubería a fragmentar.

Figura 11

Colocado de la tubería en el tramo a fragmentar



Nota. Echevarria y Mantilla (2019).

Cuando esta adecuadamente colocado el cabezal lo que prosigue es prender el instrumento de golpeteo e inicia la desintegración. La temporalidad en la desintegración estará acorde al terreno y la eficacia que tiene el equipo si existe gran apariencia de piedras este lapso es comparativamente mayor al de otras tipologías de suelos.

2.3 Definición de términos

2.3.1. Redes de alcantarillado

Son las conducciones y distribuciones utilizadas en el envío de aguas residuales de lluvia ocasionados en varios lugares lo cual es recogido y reubicado hacia el lugar de tratamiento o un punto de descarga delimitado (Arce, 2016).

2.3.2. Tecnología con zanja

Corte excavación de zanja en una superficie de tierra realizada por maquinaria o en forma manual (Rodríguez, 2005).

2.3.3. Tecnología sin zanja

Es la instalación o reemplazo de redes subterráneas con una mínima excavación en la superficie del terreno (Arce, 2016).

2.3.4. Rendimiento en obra

Es la cantidad de horas desarrollada por una cuadrilla en una determinada actividad, Es expresado como um/hH (unidad de medida de actividad por hora Hombre) (Echevarría, 2019).

2.3.5. Costo directo

Es el gasto de mano de obra materiales y equipos relacionados con la ejecución de una obra (Arce, 2016).

2.3.6. Costo indirecto

Corresponde a los gastos generales que son requeridos para ejecutar un trabajo estos no son contemplados en los costos directos del contratista (Rodríguez, 2005).

2.3.7. Presupuesto

Un presupuesto de obra son los costos estimados de todos los trabajos o partidas que se desarrollaran en la ejecución de una obra o proyecto (Echevarría, 2019).

2.3.8. Mano de obra

Es definido como el esfuerzo ejecutado por trabajadores en un proceso de elaboración es aquí cuando se convierte la materia prima en bienes finales (Echevarría, 2019).

2.3.9. Costos Directos

Se encuentran con estrecha relación a las obras a desarrollarse por lo cual se contempla mano de obra materiales directos y equipamiento requerido para conllevar su correcta ejecución, suelen ser sencillos de deducir (Arce, 2016).

2.3.10. Costos Indirectos

Estos costos no son aplicables a una determinada partida en específico más bien es considerado hacia la obra en globalidad por lo cual estos gastos son ejecutados interna y externamente de la obra cuyo fin es un preciso control del aspecto técnico y administrativo (Echevarría, 2019).

2.3.11. Costos Sociales

Es aquellos costos que no son considerados en la obra estos son afrontados en su totalidad por la población y son fruto de ejecutar una obra (Echevarría, 2019).

2.3.12. Bursting

Es el reemplazo de tubería antigua por un método innovador de reparación de tuberías nuevas existente obligando al material roto a dejar espacio para la tubería nueva (Mendoza, 2016).

2.3.13. Productividad

Mide la eficiencia con la que se gestionan los recursos para completar un producto específico dentro de un plazo específico y de acuerdo con estándares de calidad específicos (Rodríguez, 2005).

2.3.14. Tiempo

Período determinado durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento (Rodríguez, 2005).

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y nivel de la investigación

3.1.1 Tipo de la investigación

a. Tipo de investigación: aplicada

Se orienta a la selección de la mejor tecnología para mejorar las utilidades dirigidas hacia la reforma de las redes de alcantarillado.

b. Diseño de investigación: diseño documental

Se realizó la recopilación de información de la zona y se eligió de la mejor tecnología en el proceso de renovación de redes.

3.1.2 Nivel de la investigación

Se considera que la presente investigación p un nivel descriptivo - comparativo ya que dará a conocer la descripción de emplear metodologías tradicionales y su comparativa con las metodologías innovadoras.

3.2 Población y muestra de estudio

3.2.1 Población

Referente al conjunto global que se analizará se considera la zona de estudio será las redes de alcantarillado de la ciudad de Tacna.

3.2.2 Muestra

Como muestra en la investigación se considera el análisis de los procesos constructivos de un expediente técnico elaborado por la EPS Tacna S,A, como también elaborado por terceros y por ultimo elaborado por el gobierno local o regional.

3.3 Operacionalización de Variables

Tabla 3

Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador
Independiente: Análisis comparativos	Análisis comparativo en los procesos de construcción de la renovación de las redes de alcantarillado con y sin zanja.	Recolección, Medios y procedimientos, Aprovechamiento de recursos.	- Longitud - Caudal - Tubería - Diámetro
Dependiente: Mejorar la productividad	Análisis del proceso constructivo del sistema de alcantarillado para determinar su productividad tiempo y costo.	Recolección, Evaluar calidad del dato, Procesamiento de datos, Análisis e interpretación.	- Tiempo - Costo - Productividad

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1 Técnicas para la recolección de datos

a. Análisis documental y de contenido

Para la recopilación de información fue indispensable el uso de libros revistas recursos de internet entre otros; para así contar con un buen soporte documental y de Contenido. Es por tanto que se llevó a cabo el análisis de las descripciones contenidos conceptos y otros datos de interés; obteniendo analítica y sintéticamente lo siguiente:

Método tradicional o zanja abierta

- Trazo y replanteo
- Excavación de zanjas (a mano o maquinaria): Terreno normal terreno rocoso relleno pruebas de campo
- Elementos de reunión
- Elementos de conducción

Método cracking o método sin zanja

- Replanteo y trazo (identificación de la distribución de redes matrices)
- Excavación

- Desvíos de aguas residuales y mitigación provisional
- Con una herramienta denominada motobomba y mediante la utilización de una manga logramos despistar los flujos que se encuentran localizadas aguas arriba de la zona extendida a la cual vamos a intervenir
- Considerando que la desintegración es empleando metodologías del tipo estáticas por lo regular es aplicable hacia la restitución de tuberías los cuales abarcan de 75-900 mm de diámetro. De esta manera se cambia la tubería que se encuentra existente sea el material que se haya colocado anteriormente por la nueva que estará constituida de HDPE cuyo caudal será de 2000 m/mes contemplando los frentes de trabajo
- Llevar a cabo las excavaciones en las cuales sean ubicadas las conexiones hacia los domicilios para de esta manera localizar la base de tiro en las cuales serán dispuestas las barras dentro de las tuberías que se encuentren en renovación conllevándolo de un extremo hacia el otro
- Hecho esto es retirada la máquina y se procede a la reconexión de las conexiones domiciliarias
- Equipo: Cuando se contempla emplear la metodología estática es de requerimiento la unidad de tracción del tipo hidráulica mediante un cabezal de rotura y los accesorios correspondientes que son las barras y los grilletes
- Proceso de ejecución: Cuando se contempla realizar pruebas del tipo hidráulicas a las conexiones de agua potable domiciliarias deberán de ser conllevadas cuando el relleno esté debidamente compactado
- Conexiones domiciliarias
- Proceso de ejecución

b. Observación de campo no experimental

Para poder elaborar la tesis se realizó un análisis y búsqueda de expedientes técnicos por Contrata y EPS de renovación de alcantarillado.

En la inspección de campo se verifico el proceso de desarrollo del Método Tradicional o con zanja y las instalaciones de las nuevas tuberías; Después del análisis y verificación se puede observar la afectación a terceros (transitabilidad ambiental sonora etc,) y de la realización de varias partidas que tienen mayor metrad.,

c. **Observación no experimental**

Se realizó una indagación empírica y sistemática en la cual pudimos observar el proceso del Método Cracking o Sin Zanja por videos ya que en nuestra Región Tacna aún no se han realizado obras con dicho método. Pudimos observar la diferencia en los metrados y en diferentes partidas cabe mencionar también las diferencias que hay en los diferentes tipos de tubería PVC Y HDPE.

3.4.2 Instrumentos para la recolección de datos

- a. **Ficha de registro de Datos:** Recolección de los datos obtenidos de las fuentes secundarias que utilizamos durante la investigación realizada en los libros revistas etc.; Se reunió la información más importante que se localizaron en el tiempo de la investigación.
- b. **Guía de observación:** Se hizo una guía completa de todo lo observado durante la visita a campo también se hizo las anotaciones de los datos resaltantes como topografía presiones etc. que se obtuvieron del expediente y otros documentos.
- c. **Cuestionarios:** Recogimos procesamos y analizamos la información sobre los hechos estudiados en la población.

3.5 Procesamiento y análisis de datos

De manera anticipada a la construcción o el renovar los diferentes sistemas de alcantarillas es que se deberían de brindar una selección y detallamiento de los diversos módulos representativos en el sistema abordando de manera correcta los procesos constructivos y así mismo guardando los estándares de calidad exigidos por las normativas vigentes. Con ello es que las razones para seleccionar los materiales y así como los procedimientos constructivos deberán de acogerse a la diversidad de tipologías y contexto presente en la zona donde se efectúe el proyecto será además de importancia que se considere la adecuada disponibilidad referido a los diversos componentes pertenecientes al sistema de alcantarillas.

El análisis comparativo referido a los costos y los rendimientos mediante la metodología tradicional empleando zanjas y la tecnología que no las contempla como

es el método Cracking considerando referencialmente diversidad de obras en redes de alcantarillado.

3.5.1 Método tradicional o con zanja

Se brinda una descripción detallada referente a las fases. Hay que tener en cuenta también en este proceso la comprobación con los planos de la localidad verificando cuidadosamente la existencia de otros lugares cuya finalidad es de amenorar daños en redes pertenecientes al lugar ya que podría conllevar resultados altamente peligrosos como sería el caso de la energía eléctrica o de costos elevados como es la tecnología de fibra óptica que será reembolsado hacia la empresa de telecomunicaciones.

- Inspección de campo replanteo inicial y trazo

Contempla el reconocimiento y la localización del área de intervención en campo para luego realizar el replanteo y trazo según los planos asimismo determinar la ubicación de los servicios para luego realizar la desviación de las aguas residuales en el área de intervención; en la Figura 12 se observa el trazo inicial del área de intervención.

Figura 12
Replanteo inicial de obra



- **Excavación**

Por protección de las tuberías que serán instaladas se realizara la excavación de zanja teniendo en cuenta el tipo de suelo las pendientes y hundimientos que muestre el terreno; la base de la zanja debe ser firme ya que provee un apoyo uniforme a lo largo de la tubería. En nuestro caso el terreno es estable por tanto no es de requerimiento la ubicación de tablas brindando seguridad hacia los obreros y seguidamente se continúa con la excavación.

- **Suministro de material**

Para seleccionar la materia que se utilizara en la instalación es necesario la asesoría técnica del maestro de obra el cual deberá de brindar una adecuada selección del elemento por lo tanto este autorizará la ejecución del adecuado terreno excavado. Contemplando emplear la arena este deberá de ser utilizado para constituir una cama de soporte que poseerá un grosor de unos 10 cm de manera aproximada lo cual será compactado y rellenado en las zanjas.

- **Ancho de zanja**

Con referencia a esta etapa la determinación estará regida considerando la tipología del material asimismo se verificar el ancho que poseerá la tubería bajo ninguna circunstancia se considerará que sea menor a lo normalizado con ello se realiza un trabajo con mayor facilidad de manipulación de tuberías y accesorias que sean de requerimiento al interior de la zanja permitiendo con ello un rellenado y compactado integral para la tubería. Se contemplará además que el ancho mínimo en cada lado del diámetro exterior perteneciente a la tubería será de 0,25 m.

Por ello la tabla 4 y la Tabla 5 brinda las medidas referidas a los anchos recomendados para las zanjas en diversos diámetros para tuberías con diversos materiales, (Manual de agua potable Alcantarillado y Saneamiento, 2011). Asimismo, en la Figura 13 se visualiza la excavación de zanja con maquinaria.

Tabla 4*Tabla de diámetros de ancho de zanjas*

Diámetro Nominal Tubo (mm)	Diámetro Nominal Tubo (mm)	Ancho (cm)
150	6	70
200	8	70
250	10	75
300	12	80
350	14	85
400	15	90
450	18	100
500	20	110
600	24	120
750	30	145
900	36	170

Tabla 5*Dimensiones Normales de Zanja**H = Altura medida sobre la clave del tubo (parte superior)*

Diámetro (D)		Ancho (A) (m)	Altura (H) Tubería PVC
Plg.	mm		
3"	90	0,50	1,00
4"	110	0,60	1,20
6"	160	0,60	1,20
8"	200	0,60	1,20
10"	250	0,70	1,30
12"	315	0,80	1,40
14"	350	0,80	1,40
16"	400	1,00	1,40
18"	450	1,00	1,50
20"	500	1,00	1,50
22"	550	1,10	1,60
24"	600	1,20	1,60
30"	750	1,30	-
36"	900	1,40	-

Figura 13

Excavación de zanjas



- Refine y estabilidad de zanja

En esta etapa es conllevada posteriormente a cuando se haya excavado y radica en el remover el material suelto y las diversas protuberancias que se ubican en las paredes y el base de la zanja todo ello es llevado a cabo antes de ser colocada la cama de apoyo.

Figura 14

Zanja tras los trabajos de refine

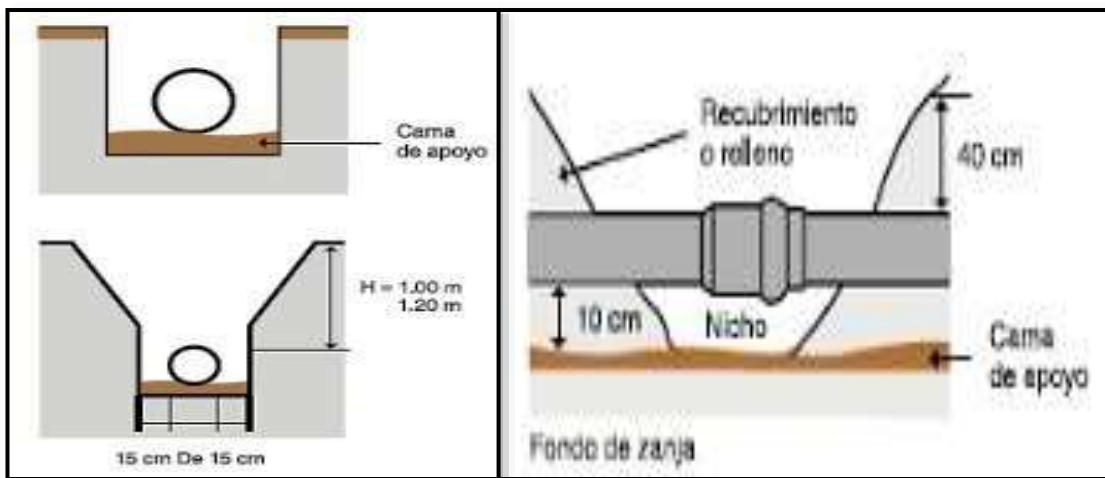


- Cama de apoyo

Este trabajo radica en posicionar arena gruesa o en su defecto el material propio excavado y zarandeado si fuera este el caso será requerido el humedecimiento del material para su posterior compactación ubicándose en el nivel de la plantilla; como se puede observar en la **Figura 15** como es la sección transversal de la zanja de igual modo en la **Figura 16** se puede ver el esquema de la compactación de zanja.

Figura 15

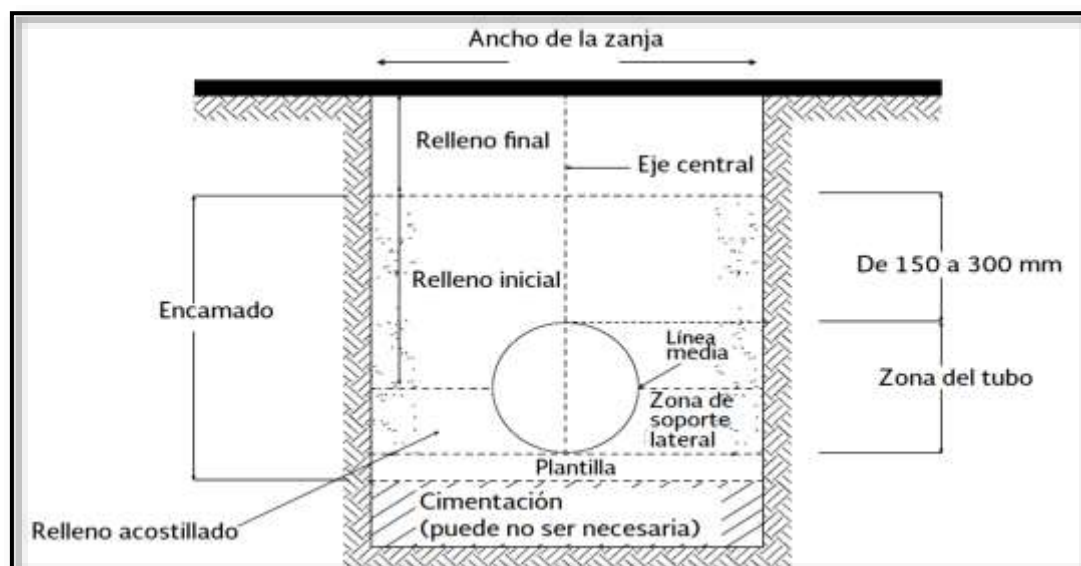
Sección transversal de la zanja



Nota. Manual de instalación de tubería para drenaje sanitario.

Figura 16

Compactación de zanja con material seleccionado



Nota. Manual de excavaciones y zanjas-ACHS.

- Instalación de Buzones

En términos generales estas obras que contemplan alcantarillas comienzan excavando buzones estos son estructuras cuya forma cilíndrica este compuesto por partes como son el cuerpo la losa de piso y de techo según los estándares deberán de tener 20 cm de grosor como mínimo, asimismo la resistencia que poseerá el concreto será de 210 kg/cm². Para el diámetro interno de estos buzones se considera de 1,20 cuando las tuberías lleguen hasta 800 mm de diámetro y con 1,50 m cuando se coloquen tuberías de hasta 1 200 mm. Como se puede apreciar en la Figura 17 excavación de buzones.

Figura 17

Excavación de Buzones



- Colocación de Tubería

Es emplazado una cama con arena en la base de la zanja con un grosor de 0,10 m si no fuera así se contempló la colocación de piedras con tamaño de $\frac{3}{4}$ posteriormente a ello se introduce el tramo considerado para la tubería. Por ello los extremos de la red de tubería donde se localizó los buzones deberán de ser puestos dados de hormigón simple todo ello conllevando a aminorar diversas filtraciones directamente en la zanja. Asimismo, se contempló el flujo del drenaje considera que la campana se localice de manera opuesta al sentido en la cual se localice la circulación del fluido como se aprecia en la Figura 18 la colocación de tuberías.

Figura 18*Colocación de Tuberías***- Emboquillado de la tubería**

Este contempla la unión considerando la tubería de llegada y salida localizada en la parte interna del buzón, Esto será conllevado mediante la utilización de mortero cuya proporción es de 1:2 (cemento: arena). Por lo general estas operaciones son realizadas precedentemente a emplear las pruebas del tipo hidráulicas bajo especificaciones técnicas brindadas por los fabricantes.

- Ensayos de nivelación e hidráulica en tuberías a zanja abierta

En forma integral las tuberías destinadas hacia los drenajes deberán de ser analizadas mediante una nivelación y un adecuado comportamiento del tipo hidráulico. Estas pruebas analizan y verifican que las tuberías destinadas hacia los drenajes posean características exigidas de calidad y que asimismo sean correctamente emplazadas y que por lo tanto las condiciones sean las más óptimas para brindar un servicio de calidad.

- **Reconstrucción**

Cuando se localice un error en la nivelación estos serán reformados por los encargados de la obra. Si acaso se diera la situación que lo comprobado no esté acorde a la ordenanza constructiva se deberán de realizar las reparaciones en tuberías en unidades de milímetros considerando los desperfectos localizados. Si por alguna razón las tuberías exhibieran goteras debido a fisuras estas deberán de ser cambiadas por unas de mejor calidad.

- **Relleno y compactación de la primera capa**

Se debe de tomar en cuenta que la inicial capa de relleno será empleando un material correctamente seleccionado u obtenido de la misma excavación de la obra. Este proceso se debe de realizar hacia el relleno contemplando un grosor de 10 cm hasta alcanzar un nivel de 30 cm arriba de la tubería antes de ser realizado la compactación asimismo se deberá de verificar que se tenga un humedecimiento conveniente para un correcto procedimiento. En la Figura 19 se ve los trabajos de compactación de zanja con ayuda de maquinaria menor.

Figura 19

Trabajos de Compactación de Zanja



- **Relleno y compactación de zanja**

Considerando el personal comisionado este deberá de realizar el relleno mediante la colocación de capas cuyo espesor no sea mayor a 30 cm considerando las diversas

tipologías que poseen los materiales. Asimismo para conservar una adecuada compactación la humedad será correctamente controlada y esta será realizada mediante un vibro compactador o en otro caso con rodillos vibratorios. Si fuese el caso de zanjas con mayor profundidad considerando los 80-100 cm es posible utilizar como relleno material que fue seleccionado y proporcionado con material perteneciente a la propia zanja.

- **Colocación de Conexiones Domiciliarias**

La conexión hacia los domicilios de drenaje fueron constituidos por elementos como son:

Elementos de Reunión

- Caja de registro: Compuesta por un solado de concreto simple $F'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ de 0,10 m de espesor.
- Paredes que pueden ser de albañilería si así fuera deberá de ser enlucida de manera interior con un mortero 1:3. Se podrá considera ser del tipo concreto simple $F'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ cuyo grosor fue de 0,10 m estas dimensiones se contemplaran conforme a las normativas vigentes.
- Si acaso fueran cajas del tipo prefabricadas estas dimensiones deberán de mantener lo exigido en espesores y aquellos elementos serán de 5 cm correspondiendo a un concreto con resistencia de $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Elementos de Conducción

- Conducto de PVC cuyo diámetro es de 160 mm: Contemplado por conductos de PVC – 160 m S-20. Esta conexión resulta ser flexible a través de una junta de jebe.
- La línea de conducción poseerá una profundidad de tal forma que la parte inferior del tubo se encuentre por debajo de alguna tubería de agua potable claro que se considerará poseer una separación como mínimo de 20 cm. Considerando que fuera una acera la profundidad como mínimo deberá de ser considerado 60 cm y como máximo 200 cm.
- Estas tuberías deben de considerar una pendiente de 1,5 % como porcentaje mínimo y 10 % como porcentaje máximo asimismo la alineación de la conducción se realizará a 90 % considerando la red pública.
- La forma de conectar la tubería a la red pública es a través de una tee cuyas medidas son de 160 x 200 mm.

Figura 20*Conexión Domiciliaria*

3.5.2 Método cracking o sin zanja

Cuando se considera un análisis para rehabilitar las redes que existen en el lugar de aplicación debido a que por condiciones de vida útil antigüedad se han deteriorado. Es cuando las metodologías modernas son empleadas para realizar los cambios necesarios sin emplear las costosas y tradicionales excavaciones brindando beneficios significativos.

Como metodología de mayor innovación el Pipe Bursting o denominado como Cracking será realizado en una red preexistente conlleva a poseer costos bastante económicos comparativamente con otras metodologías antiguas.

- Limpieza de tubería de alcantarillado

Una buena limpieza es necesario para realizar una idónea inspección ya que sin esta realización se imposibilita una adecuada revisión. Si en caso el diámetro contemplado en la tubería sea minúsculo o se halle obstruido en cualquier tramo imposibilitara el paso de la cámara generando una mayor obstrucción.

- Inspección

Mediante la inspección detallada se brindará un informe integral al contratista para que este considere las debidas medidas para la instalación de las nuevas tuberías. Por ello mediante la inspección el resultado brindado será la correcta ubicación de las conexiones en los domicilios el estado en el cual se encuentren los techos de las tuberías verificando asimismo cual es el alineamiento de los tubos. Por ello el contratista

podrá considerar disposiciones convenientes para el procedimiento de rehabilitación en las tuberías a ser abordadas.

- **Trazo y replanteo**

Implica el verificar la correcta profundidad de los buzones localizando su cota tapa y fondo. Asimismo se conocerá cual es la profundidad de las cajas de drenaje pertenecientes a las conexiones en los domicilios encontrados en el tramo ejecutado se conocerá cuan profundo se encuentran las tuberías existentes conociendo longitudes y conexiones.

Cuando sea necesario la realización de un corte en el pavimento o vereda será aplicando una maquinaria especializada y que contemple los estándares necesarios para ser empleado en conexiones de alcantarillas hacia domicilios.

- **Demoliciones para colocación de cajas de registro**

La demolición si fuera requerido en caso de veredas hacia reemplazará las cajas domiciliarias de drenajes se realizará mediante un martillo del tipo neumático o del tipo eléctrico.

- **Reemplazo de cajas de alcantarillado**

Cuando se realiza una extracción y disposición de cajas de registro se deberá de realizar de tal manera que el usuario al cual se esté afectando no contemple un tiempo excesivo. Esto será siempre en cuando la caja este localizada en las afueras del domicilio si no fuera este el caso y se encontrará en la parte interior del domicilio entonces lo mejor será proceder a la instalación de una caja nueva en la parte frontal del lugar. La colocación de un niple de manera provisoria en la salida de la caja colocada empalmará a la tubería de tipo concreto simple la cual está normalizada por ello la regularización del servicio tendrá un tiempo prudencial hasta la ejecución o restitución de la acometida.

- **Excavación de conexiones domiciliarias de alcantarillado y ventanas**

Las actividades desarrolladas constituyen en iniciar con las acciones para excavar zanjas para ventanas y las debidas conexiones que evacuaran los tramos a ser reemplazados.

El excavar las acometidas será de sentido perpendicular hacia el tramo considerando que la pendiente brindada se la más idónea si no fuese el caso la ejecución en el alineamiento de la conexión preexistente se habrá que dejar al dorso de la tubería de concreto simple.

- **Demoliciones**

Se ejecutará la destrucción de buzones los cuales están atendiendo el tramo en el cual se viene haciendo las ejecuciones esto contempla el demoler las paredes del buzón el fin es el de ampliar la sección y de esta manera se otorgue el camino del cabezal del tipo neumático para rotura. Este material demolido será eliminado hacia los botaderos adecuadamente autorizados.

- **Rehabilitación de tuberías y conexiones domiciliarias**

Sera necesario la instalación de un By-pass en favorecimiento de las alcantarillas actualmente operativas y de esta manera se discurrirá las aguas cloacales hacia el trecho que será restituido esto es llevado a cabo mediante un bombeo. De manera anticipada la instalación de tapones en igual proporción con los By-pass en buzones en aguas superiores en las cuales se colocarán las motobombas para impulsar el caudal hacia la parte inferior en el buzón del tramo a restituir, Se taponeará además aquellas conexiones hacia los domicilios que se localicen en este tramo.

- **Fragmentación de tubería ("Pipe Bursting" PB o Cracking)**

Como tecnología innovadora y modernista el cracking es de utilidad para el cambio o instalación de tuberías sin la necesidad de generar excavaciones que generen incomodidades en los pobladores asimismo la materia prima empleada resulta ser de polietileno de alta densidad las cuales tienen una existencia útil de más de 50 años (Trehchless, 2011).

La metodología contemplada aminora en gran medida el impacto negativo en el tráfico de vehículos debido a que los tiempos necesarios para ejecutarlos son bastante menores que los contemplados en las metodologías tradicionales sin la necesidad de cerrar vías incomodar a la población y afectar en gran porcentaje la vida útil que poseen las vías finalmente este conlleva a un aminorado daño hacia los componentes del medio ambiente.

Por lo tanto la comparativa del Cracking es consistente en la instalación de una tubería preexistente dividiéndolo a medida que se progresa esta división con el topo.

- Fragmentación de la Tubería Existente

Cuando se proceda a rehabilitar empleando la metodología de disgregación del tipo neumática esta estará constituido mediante el ingreso de la herramienta de ruptura por ello la función que conlleva como martillo de desplazamiento es impulsado debido al aire comprimido partiendo de una compresora.

Cuando se emplee una expansión del tipo hidráulica esta será colocada en la parte frontal o posterior del martillo neumático. El cabezal será ingresado en la tubería mediante el pozo de introducción. Este instrumento se encuentra acoplada a una tensión del tipo constante produciendo un winch que será situado en la zona de recepción por lo tanto esto permite la introducción lineal perteneciente a la tubería nueva que quedará sujeta a la parte posterior del cabezal de tipo neumático.

Esta tensión del tipo constante producido en el winch sostiene el instrumento y referido al expansor que se mantiene en relación de la sección sin obstáculo de la tubería localizada en el interior del conducto existente es compuesto con la potencia de sacudida brindada por el martillo afirmando a su estabilidad y de igual manera el expansor en el interior originando una desintegración e implantando de modo emparejado la tubería de polietileno. Por ello la Figura 21 se observa la máquina de fragmentación estática, Figura 22 se observa la Ruptura de Tubería Tradicional y en la Figura 23 se puede ver la Tubería de Polietileno HDPE Instalada.

Figura 21

Máquina de Fragmentación Estática



Nota. Mejoramiento de la Red de Distribución de Agua en el Sector 5 Subsector 3 de la Ciudad de Tacna Región Tacna.

Figura 22

Ruptura de Tubería Tradicional (Asbesto Cemento)



Nota. Mejoramiento de la Red de Distribución de Agua en el Sector 5 Sub sector 3 de la Ciudad de Tacna Región Tacna.

Figura 23

Tubería de Polietileno HDPE Instalada - Instalación de Cabezal Tipo Mariposa



Nota. Mejoramiento de la Red de Distribución de Agua en el Sector 5 Subsector 3 de la Ciudad de Tacna Región Tacna.

- **Rehabilitación de acometidas**

Se finiquitará la excavación de ventanas y acometidas hacia los domicilios desplazando la tubería que se encuentran en el lugar si fuera requerimiento. Por lo tanto el material contaminado en la tubería que se encuentra en la zona afectada será acumulada al

costado de la zanja esta será sometida a una aplicación de cal. Este procedimiento será realizado con un mini cargador es acopiado utilizando la maquinaria apropiada se trasladará a un botadero especializado en materiales del tipo contaminantes.

- Soldadura por termo fusión

Es una metodología de soldado empleado para juntar tubos cuyo material constituyente es del polietileno. Las áreas que serán colocadas y unidas serán calentadas a una temperatura de fusión y son fusionados mediante la aplicación de presión a través de acciones mecánicas o del tipo hidráulicas todo ello conforme al tamaño existente en la tubería. La termofusión genera una integración del tipo molecular de manera tal que garantiza una liga permanente dejando al tubo con características monolíticas, Por lo tanto la termofusión resulta bastante económico a comparativa de los sistemas que consideran unir térmicamente (Extrucol, 2013).

- Proceso de Soldadura por Termo Fusión

Se acoplará las tuberías que serán empleadas en la maquinaria y se fijaran las abrazaderas en ambas secciones verificando que hayan sido correctamente colocados todo ello para el evitar los posibles deslizamientos que podrían suponerse en el proceso de fusión. La limpieza del borde será realizado con un paño limpio para retirar las suciedades polvaredas o restos de agua. Por ello la Figura 24 indica el acoplamiento de las respectivas tuberías expuestas en la máquina de termofusión.

Figura 24

Muestra el montaje de las tuberías en la máquina de termofusión



Nota. Informe Técnico AseTUB Soldadura térmica en tuberías de PE.

- **Pruebas Hidráulicas**

Cuando se haya finalizado la realización de los empalmes en las acometidas hacia la tubería que fue restaurada posteriormente de ser rellenado y compactado será requerimiento la ejecución de pruebas del tipo hidráulica. Por eso la colocación de tapones en la conexión perteneciente de los domicilios consignados en el tramo.

- **Rellenos Compactación y Transporte**

Completado las labores se iniciará con el relleno de ventanas que fueron excavadas por lo cual el retirar los materiales excedentes y ser trasladados hacia botaderos adecuados. Ya que se está revisando la tipología del terreno será necesario brindar un detallamiento del material de préstamo empleado para la cama la capa superior y la zona lateral de la tubería así como también se contemplará hacia el relleno con material adecuadamente escogido.

- **Colocación de Conexiones Domiciliarias**

Considerando el principio de reforma hacia las redes principales de los domicilios empleando el equipo que fragmentara de manera lateral con mínimo 20 ton o un winche de 12 ton. Por ello la Figura 25 y 26 indica la Ventanas para Conexiones Domiciliarias y Unión de Abrazaderas Tubería de Distribución.

Proceso de ejecución

- Se prosigue mediante la disposición del fragmentador adyacente o domiciliaria con su concerniente origen de energía.
- Se localiza la mordaza asimismo se colocará en la remolcadora el extremo perteneciente a la tubería de HDPE. Se acopla la mordaza remolcadora al cabezal.
- Se comienza el emplazamiento de la tubería nueva. Cuando se haya concluido esta instalación se quitará la máquina.
- Emplazada la tubería es cuando lo consiguiente es colocar la abrazadera para la realización de la conexión con la respectiva tubería matriz.
- Se continúa con la ubicación de cajas de alcantarillas del tipo prefabricadas en concreto simple y su tapa que será del tipo concreto armado afrontando la posesión y el sitio de la conexión actual en las aceras.

- Si acaso no le localizaron las conexiones es cuando se confía en emplear un equipo del tipo geo radar cuya frecuencia se localice entre los 700 Mhz – 250 Mhz siempre contemplando lo profundo que se localizó la conexión.

Figura 25

Ventanas para Conexiones Domiciliarias



Nota. Mejoramiento de la Red de Distribución de Agua en el Sector 5 Subsector 3 de la Ciudad de Tacna Región Tacna.

Figura 26

Unión de Abrazaderas Tubería de Distribución



Nota. Mejoramiento de la Red de Distribución de Agua en el Sector 5 Subsector 3 de la Ciudad de Tacna Región Tacna.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Proyecto donde se realiza la Investigación - Instalación de Tuberías con Zanja

Proyecto: “Instalación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en la Asociación de Vivienda las Colinas distrito de Pocollay - Tacna – Tacna”

- Ubicación

El terreno donde se ha desarrollado el proyectos se encuentra ubicado la Asociación de Vivienda denominada las Colinas tiene un área de 32 491,70 m² (3 2492,00 Ha) contando con 130 lotes y 01 lote para servicios comunales y otro (01) para parque recreacional.

El área del proyecto se encuentra enmarcado dentro de una poligonal de 4 lados cuyos vértices se aprecian en el presente cuadro:

Tabla 6

Datos del terreno

Cuadro de datos de terreno				
Vértice	Lado	Este	Norte	Distancia parcial (m)
A	A-B	371873,309	8011889,853	175,34
B	B-C	371970,065	8011743,624	185,31
C	C-D	371799,452	8011643,980	176,88
D	D-E	371724,763	8011757,953	183,92
Área total	32 491,70 m ²			721,45
Perímetro	721,45 m			

Figura 27*Plano del sector obras*

Nota. Expediente técnico.

- **Objetivo del proyecto**

Disminuir casos de enfermedades gastrointestinales parasitarias y dérmicas.

- **Descripción del proyecto**

La Municipalidad Distrital de Pocollay realizó la construcción del proyecto Instalación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en la Asociación de Vivienda Las Colinas Distrito de Pocollay - Tacna – Tacna, la asociación de vivienda las colinas están compuesta por 8 manzanas y un total de 130 lotes estando comprendida en la jurisdicción del distrito de Pocollay. La población actual estimada en el ámbito de influencia del problema asciende a 650 habitantes que representa el 3,8 % de la población total del distrito de Pocollay. Los principales motivos que generaron la propuesta del proyecto son las deficientes condiciones de los servicios de agua potable tales como el abastecimiento de agua mediante una pileta pública con una baja cobertura y una discontinuidad del servicio; la carencia del sistema de alcantarillado lo cual impacta negativamente al medio ambiente y los inadecuados hábitos de higiene de la población relacionados al uso del agua o a la disposición excretas.

La Instalación del Sistema de Alcantarillado en la Asociación de Vivienda las Colinas consiste en las siguientes metas:

- Instalación de 1 327,28 m de PVC serie Tubería PVC-U NTP ISO 4435 SDR51 SN2 DN 200 mm x 06 m distribuido a lo largo de las calles de las Asociación en la

Avenida Precusores por tener un ancho mayor a 20 m y doble vía se proyecta dos colectores de alcantarillado en paralelo.

- Instalación de 19 buzones de inspección de concreto simple $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de tipo circular con diámetro interno de 1,20 m y profundidad variable entre 1,20 m a 2,10 m.
- Instalación de 132 conexiones de drenaje hacia domicilios con Tubería PVC-U NTP ISO 4435 SDR51 SN2 DN160 mm x 06 m las cuales consisten en la construcción de caja de registro y el empalme con la tubería colectora de desagüe a través de un tubo 160 mm.
- Empalme al Buzón existente en la Asociación de Vivienda Manco Cápac lo cual se encuentra acreditado mediante el documento de factibilidad de servicio otorgado por EPS.

- Presupuesto

El Resumen del Presupuesto para la ejecución de la Obra asciende a S/. 1 086 098,38 (Un Millón Ochenta y Seis Mil Noventa y Ocho con 38/100 soles), asimismo se brinda en detalle el desagregado:

Tabla 7

Cuadro resumen de presupuesto

Cuadro resumen de presupuesto	
Descripción	Monto (S/.)
Costo Directo	671 896,93
Gastos Generales (14,93 %)	100 311,00
Utilidad (5%)	33 594,85
Costo Parcial	805 802,78
Igv (18,00%)	145 044,50
Costo de ejecución de Obra	950 847,28
Supervisión de Obra (7,09 %)	67 410,00
Costo Total	1 018 257,28
Elaboración de Expediente Técnico	31 000,00
Liquidación	9 200,00
Gastos Administrativos	27 641,10
Presupuesto Total	1 086 098,38

Nota. Expediente Técnico de la instalación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en la Asociación de Vivienda las Colinas Distrito de Pocollay - Tacna – Tacna.

Proyecto: Regularización de los Sistemas Redes de Alcantarillado y Conexiones Nuevas de Agua Potable para la Asociación de Vivienda “Villa el Puentecito” distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa provincia de Tacna región Tacna.

- **Ubicación**

Por el norte: Colinda con la Asoc. Viv. Rio Bravo con cuatro vértices con una distancia entre los vértices de A-B con 73,59 m.

Por el lado sur: Colinda con la Asoc. Viv. Rio Seco con una distancia entre los vértices H-G con 3,94 m G-F con 169,27 m F-E con 149,93 m E-D con 26,61 m.

Por el lado este: Colinda con la Avenida N° 2 con una distancia entre los vértices D-C con 200,97 m C-B con 86,75 m.

Por el lado oeste: Colinda con la Asoc. Viv. Rio Bravo con una distancia entre los vértices H-I con 108,44 m I-A con 191,80 m.

Figura 28

Plano del Sector obras



Nota. Expediente técnico - El acceso a la zona de intervención se efectúa a través de la Av. Von Humboldt y luego se ingresa por la Calle José Luis Orbegoso hasta llegar a la Asociación de Vivienda Villa el Puentecito.

- **Objetivo del Proyecto**

Es un proyecto privado el cual tiene como objetivo principal la ejecución de conexiones referentes al agua potable y alcantarillas para la asociación de vivienda villa el puentecito.

- Descripción del Proyecto

Se tiene la Actualización Factibilidad de Servicios mediante Oficio N°545-2019-300.600-EPS TACNA S.A. en donde EPS TACNA indica la factibilidad de servicios de agua potable y alcantarillado es procedente para servicios en forma provisional para el terreno con ficha de inscripción N° 11043812 con un área de 55 378,63 m² en el distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa provincia y departamento de Tacna.

La Factibilidad de Servicio de agua potable y alcantarillado está enmarcado en Redes de Agua Potable y Red de Alcantarillado procede en forma provisional.

Así mismo mediante el Oficio N°1545-2019-300,600-EPS TACNA S.A. se especifica los puntos de empalme de agua y alcantarillado de las redes proyectadas correspondientes a la Asociación de Vivienda Villa el Puentecito, en donde señala como posible punto de empalme (alimentación de agua potable), será la red existente.

Con respecto al punto de descarga de desagües será en el BU 007902 según indica el plano.

- Presupuesto

El Resumen del Presupuesto para la ejecución de la Obra asciende a S/. 984 672,42 (Novecientos Ochenta y Cuatro Mil Seiscientos Setenta y Dos con 42/100 soles) con el siguiente desagregado:

Tabla 8

Resumen de Presupuesto

Descripción	Monto (S/.)
Costo directo	863 747,84
Gastos generales (10%)	86 374,70
Gastos supervisión (4%)	34 549,88
Presupuesto total	984 672,42

Nota. Expediente Técnico Privado de la Asociación de Vivienda Villa El Puentecito.

Proyecto: "Instalación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en la Asociación de Vivienda Villa Luz del Olivar distrito de Tacna provincia de Tacna – Tacna"

- **Ubicación**

Se encuentra ubicado en la Provincia y Región de Tacna donde el sector colinda con:

- Por el Nor Oeste: Av, Zarumilla
- Por el Sur Oeste: Calle Caplina
- Por el Nor Este: Av, Santa Cruz
- Por el Sur Este: Av, Ejercito

Figura 29

Plano del Sector obras - El acceso a la zona de intervención se encuentra Ubicado entre los tramos de la Av. Ejército y la Av. Zarumilla



- **Objetivo del Proyecto**

Reducción de enfermedades gastrointestinales y parasitarias perteneciente a la asociación de vivienda residencial el olivar.

- Descripción del proyecto

La zonificación determinada para el proyecto considera la existencia de las alcantarillas aun así considerando la gran antigüedad de los colectores (provistos por la División de distribución) es de manera aproximada la temporalidad de 40 años por ello el deterioro avanzado. La problemática localizada trae consigo que se generen atoros y diversas fisuraciones focalizadas en buzones con ello traen que se genere contaminación y peligros accidentales debido a enfermedades perniciosas que afecta de manera directa hacia la población que transita diariamente con ello es que resulta necesario el adecuado provisionamiento y disposición de tuberías: Por lo cual esto implica instalar y realizar las pruebas hidráulicas de las tuberías de PVC ISO 4435 cuyo diámetro es de 200 mm hacia la longitud de 1 005,73 metros lineales.

- Presupuesto

El Resumen del Presupuesto para la realización de la Obra: “Instalación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en la Asociación de Vivienda Villa Luz del Olivar Distrito de Tacna Provincia de Tacna - Tacna”, con costos renovados para noviembre del 2018 asciende a S/. 558 613,24 (Quinientos cincuenta y ocho mil seiscientos trece con 24/100 soles) con el siguiente desglose:

Tabla 9

Resumen de Presupuesto

Descripción	Monto (S/.)
Sistema de Agua Potable	262 731,32
Sistema de Alcantarillado	263 951,69
Costo directo (Cd) =	532 012,63
Gastos Generales (5%)	26 600,63
Costo total del proyecto =	558 613,24

Nota. Expediente Técnico “Instalación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en la Asociación de Vivienda Villa Luz del Olivar Distrito de Tacna Provincia de Tacna – Tacna”.

4.2 Proyecto donde se realiza la Investigación - Instalación de Tuberías sin Zanja

Proyecto: “Instalación y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable Alcantarillado y Almacenamiento II Etapa en el distrito de Moquegua provincia de Mariscal Nieto - Moquegua”

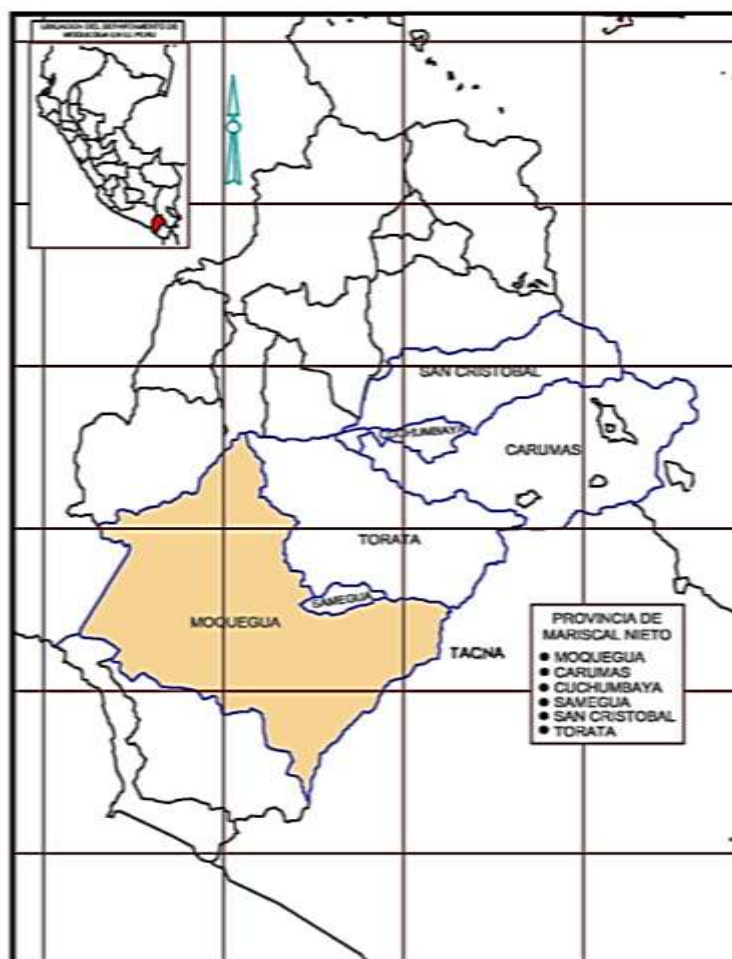
- Ubicación

La ciudad de Moquegua se ubica en:

- Departamento: Moquegua
- Provincia: Mariscal Nieto
- Distrito: Moquegua
- Altitud: 1410 msnm

Figura 30

Plano del sector obras



Nota. Expediente técnico.

- **Objetivo del proyecto**

Lo que se persigue es brindar integralmente en Moquegua agua potabilizada y sistemas de alcantarillas lo cual es realizado para permitir el resguardar una idónea demanda que actualmente es existente y de manera futura para los pobladores de esta manera se contribuye a amplificar el cubrimiento y el incremento de estándares de calidad asociados a la sustentabilidad de servicios básicos en la población.

- **Descripción del proyecto**

El presente proyecto vino a ser desarrollado consistentemente para renovar aquellos colectores de manera secundaria contemplando los existentes en Moquegua basándose en el área en el cual se realizará la intervención, De manera genérica los colectores brindan descargas 04 colectores primordiales los cuales son existentes en Moquegua estos son: Colectores: Emisor Antiguo Interceptor Moquegua y Colector La Rotonda Villa Hermosa.

Hasta cuando se dé por finiquitado el proyecto para la recepción de la obra considerando los 3 últimos colectores se localizaron en gradual proceso juntamente con el Gobierno de la Región de Moquegua y la EPS Moquegua este contexto a la fecha debiendo de regularizarse sin contemplar ninguna problemática con descargas a estos respectivos colectores.

Considerando las áreas de desagüe contemplados en el proyecto consideran uno a tres colectores los cuales vienen captando aguas de dicha área establecida para drenajes y los cuales serán posteriormente dirigidos hacia los colectores contemplados.

- **Presupuesto**

El costo total del Proyecto de Inversión “Instalación y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable Alcantarillado y Almacenamiento II Etapa en el Distrito de Moquegua Provincia de Mariscal Nieto - Moquegua”, que comprende la Elaboración del Expediente Técnico Revisión del Expediente Técnico Ejecución de Obra Supervisión de Obra y Coordinación escala a un valor de S/. 88 437 634,22 con precios al mes de octubre del 2013.

Tabla 10*Resumen de presupuesto*

1. Elaboración de Expediente Técnico		
Ítem	Subpresupuesto	Parcial
I	Monto para Elaborar el Expediente	2 118 644,07
II	Revisión de Expediente Técnico	123 340,30
III	Igv	403 557,19
IV	Total (Soles)	2 645 541,56
2. Ejecución de Obra		
Ítem	Subpresupuesto	Parcial
C-100	Obras de Captación y almacenamiento	4 670 540,59
C-200	Líneas de conducción y aducción	6 380 659,14
C-300	Sistema de agua potable	16 064 462,13
C-400	Sistema de alcantarillado sanitario	19 690 840,68
C-500	Equipamiento y automatización	
	Equipamiento EPS	2 483 823,74
	Intervención Social y Mitigación Ambiental	
C-600	Plan de Intervención social	3 125 744,95
	Seguridad y Mitigación Ambiental	1 948 462,48
	Monitoreo de Preservación de restos arqueológicos	200 000,00
I	Costo Directo (CD)	56 395 187,52
II	Gastos Generales (15,89%)	8 961 195,30
III	Utilidad (10,00%)	5 639 518,75
IV	Sub Total (St)	70 995 901,57
V	I.G.V (18,00% St)	12 779 262,28
VI	Total (Soles)	83 775 163,85
3. Supervisión		
Ítem	Subpresupuesto	Parcial
1	Supervisión del Proyecto	1 295 616,34
2	Coordinación del Proyecto	413 645,36
I.	Sub Total (ST)	1 709 261,70
II.	I.G.V (18% ST)	307 667,11
III.	Total	2 016 928,81
Total (1+2+3)		88 437 634,22

Nota. Expediente Técnico de la "Instalación y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable Alcantarillado y Almacenamiento II Etapa En el Distrito de Moquegua Provincia de Mariscal Nieto – Moquegua".

4.3 Análisis para producción en el método tradicional con zanja

Obra: "Instalación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en la Asociación de Vivienda las Colinas"

- **Ubicación:** Tacna - Tacna - Pocollay
- **Entidad:** Municipalidad Distrital de Pocollay
- **Año:** Diciembre 2018

Tabla 11*Primera intervención tradicional - análisis de costos unitarios*

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Expediente Técnico		Ejecución - Proceso Constructivo		Días Ejecutados	Días Ejecutados
				Acu	Rend.	Acu	Rend.		
01	Trazo y Replanteo Preliminar	m ²	800	3,33	290,00	3,68	247,00	2,76	3,00
02	Trazo durante la ejecución de la obra	m ²	800	8,86	116,00	9,84	123,00	6,90	7,00
03	Excavación de zanja en terreno normal pedregoso Dn 200 de 1,51 m a 2,10 m	m ³	1440	19,21	72,00	19,35	65,00	20,00	22,00
04	Rotura de Pavimento	m ²	800	11,20	50,00	12,30	77,00	16,00	10,00
05	Refine y Perfilado de Zanja en Terreno normal "C" para tubería 8"	m	1000	2,30	50,00	3,50	94,00	60,00	17,00
06	Cama de Apoyo en Terreno Normal Pedregoso Dn 110 profundidad	m	1000	4,66	280,00	4,69	215,00	3,57	5,00
07	Sobre Cama de Zanja Terreno Normal Pedregoso 63 - 110 mm	m	1000	8,89	280,00	10,52	195,00	3,57	5,00
08	Relleno Compactado con Material Propio 1,51 m - 2,10 m profundidad	m ³	600	18,68	140,00	18,81	115,00	4,29	5,00
09	Eliminación de Desmonte y Material Excedente	m ³	1092	10,37	466,00	10,37	325,00	2,34	3,00
10	Suministro e Inst, Tubería PVC alcantarillado UF ISO 4435 d=200 mm	m	1000	1,68	250,00	2,60	215,00	4,00	5,00
11	Prueba Hidráulica	m	1000	5,52	250,00	6,30	275,00	4,00	4,00
12	Excavación Buzones a Mano en Terreno Normal pedregoso prof, 1,51 a 2,10 m	m ³	3,62	63,04	2,00	67,44	1,70	1,81	2,00
13	Refine Paredes y Fondo de Buzón	m ²	9,17	4,20	30,00	450	26,50	0,31	1,00
14	Dado de Concreto Simple Tubería - Buzón	m ³	0,6	125,30	30,00	130,45	26,50	0,02	1,00
15	Sub Base Granular e=0,15 m	m ²	800	14,66	75,00	15,67	79,00	10,67	10,00
16	Base Granular e=0,15 m	m ²	800	18,01	75,00	19,56	79,00	10,67	10,00
17	Imprimación	m ²	800	8,42	2500	5,17	2345,00	0,32	1,00
18	Carpeta Asfáltica e=2"	m ²	800	35,95	100,00	45,20	95,50	8,00	8,00

Figura 31

Cronograma Primera Intervención – Tradicional

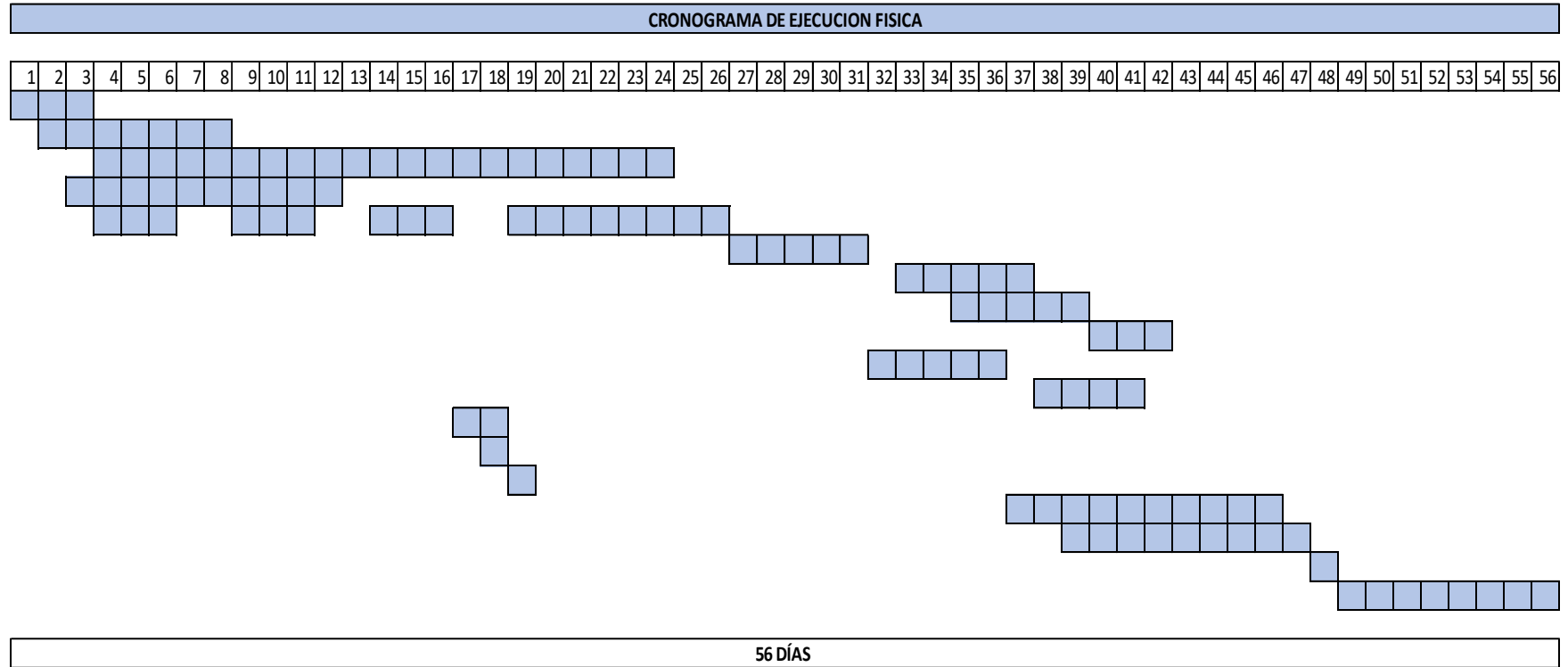


Tabla 12*Metrado Primera Intervención – Tradicional*

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Presupuesto por partida	Costo por metro
01	Trazo y Replanteo Preliminar	m ²	800,00	2 944,00	2,94
02	Trazo durante la ejecución de la obra	m ²	800,00	7 872,00	7,87
03	Excavación de zanja en terreno normal pedregoso Dn 200 de 1,51 m a 2,10 m	m ³	1440,00	27 864,00	27,86
04	Rotura de Pavimento	m ²	800,00	9 840,00	9,84
05	Refine y Perfilado de Zanja en Terreno normal "C" para tubería 8"	m	1000,00	3 500,00	3,50
06	Cama de Apoyo en Terreno Normal Pedregoso Dn 110 profundidad	m	1000,00	4 690,00	4,69
07	Sobre Cama de Zanja Terreno Normal Pedregoso 63-110 mm	m	1000,00	10 520,00	10,52
08	Relleno Compactado con Material Propio 1,51-2,10m profundidad	m ³	600,00	11 286,00	11,29
09	Eliminación de Desmote y Material Excedente	m ³	1092,00	11 324,04	11,32
10	Suministro e Instalación Tubería PVC alcantarillado UF ISO 4435 D = 200 mm	m	1000,00	2 600,00	2,60
11	Prueba Hidráulica	m	1000,00	6 300,00	6,30
12	Excavación Buzones a Mano en Terreno Normal pedregoso profundidad 1,51 a 2,10 m	m ³	3,62	244,13	0,24
13	Refine Paredes y Fondo de Buzón	m ²	9,17	41,27	0,04
14	Dado de Concreto Simple Tubería - Buzón	m ³	0,60	78,27	0,08
15	Sub Base Granular e=0,15 m	m ²	800,00	12 536,00	12,54
16	Base Granular e=0,15 m	m ²	800,00	15 648,00	15,65
17	Imprimación	m ²	800,00	4 136,00	4,14
18	Carpeta Asfáltica e=2"	m ²	800,00	36 160,00	36,16
				Costo por metro	S/ 167,58

Obra: "Regulación de los Sistemas Redes de Alcantarillado y Conexiones nuevas de Agua Potable para la Asociación de Vivienda "Villa El Puentecito"

- **Ubicación:** Tacna – Tacna – Gregorio Albarracín
- **Entidad:** Municipalidad Gregorio Albarracín
- **Año:** marzo 2019

Tabla 13

Segunda Intervención Tradicional - Análisis de Costos Unitarios

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Expediente Técnico		Ejecución - Proceso Construcción		Días Ejec	Días Ejec
				Acu	Ren.	Acu	Ren.		
01	Trazo y Replanteo Preliminar	m ²	800	5,60	500,00	6,80	463,00	1,60	2,00
02	Trazo Durante la Ejecución de la Obra	m ²	800	9,20	121,00	10,20	119,00	6,61	7,00
03	Excavación de zanja en terreno normal pedregoso Dn 200 de 1,51 m a 2,10 m	m ³	1440	12,35	65,00	11,66	60,00	22,15	24,00
04	Rotura de Pavimento	m ²	800	12,60	65,00	13,20	60,00	12,31	13,00
05	Refine y Perfilado de Zanja en Terreno Normal "C" para Tubería 8"	m	1000	2,55	55,00	2,66	60,00	18,18	17,00
06	Cama de Apoyo en Terreno Normal pedregoso Dn 110 para toda	m	1000	11,36	140,00	5,03	145,00	7,14	7,00
07	Sobre Cama de Zanja Terreno Normal Pedregoso 63 - 110 mm	m	1000	20,21	280,00	14,45	305,00	3,57	3,00
08	Relleno Compactado con Material Propio 1,51 - 2,10 m prof,	m ³	600	11,03	100,00	9,75	112,00	6,00	5,00
09	Eliminación de Desmonte y Material Excedente	m ³	10,92	12,00	345,00	11,30	309,00	3,17	4,00
10	Suministro e Inst, tubería PVC alcantarillado UF ISO 4435 d =200 mm	m	1000	47,11	210,00	33,42	189,00	4,76	5,00

(continúa)

11	Prueba Hidráulica	m	1000	4,92	250,00	5,90	270,00	4,00	4,00
12	Excavación Buzones a Mano en Terreno Normal Pedregoso prof 1,51 a 2,10 m	m ³	3,62	49,44	3,00	36,00	2,40	1,21	2,00
13	Refine Paredes y Fondo de Buzón	m ²	9,17	5,60	36,00	5,00	25,50	0,25	1,00
14	Dado de Concreto Simple Tubería - Buzón	m ³	0,5	125,80	30,00	136,50	25,50	0,02	1,00
15	Sub Base Granular e=0,15 m	m ²	800	14,66	75,00	15,67	78,00	10,67	10,00
16	Base Granular e=0,15 m	m ²	800	18,01	75,00	19,56	68,00	10,67	12,00
17	Imprimación	m ²	800	8,42	2400,00	9,20	2550,00	0,33	1,00
18	Carpeta Asfáltica e=2"	m ²	800	35,95	100,00	38,45	98,50	8,00	8,00

Figura 32
Cronograma Segunda Intervención – Tradicional

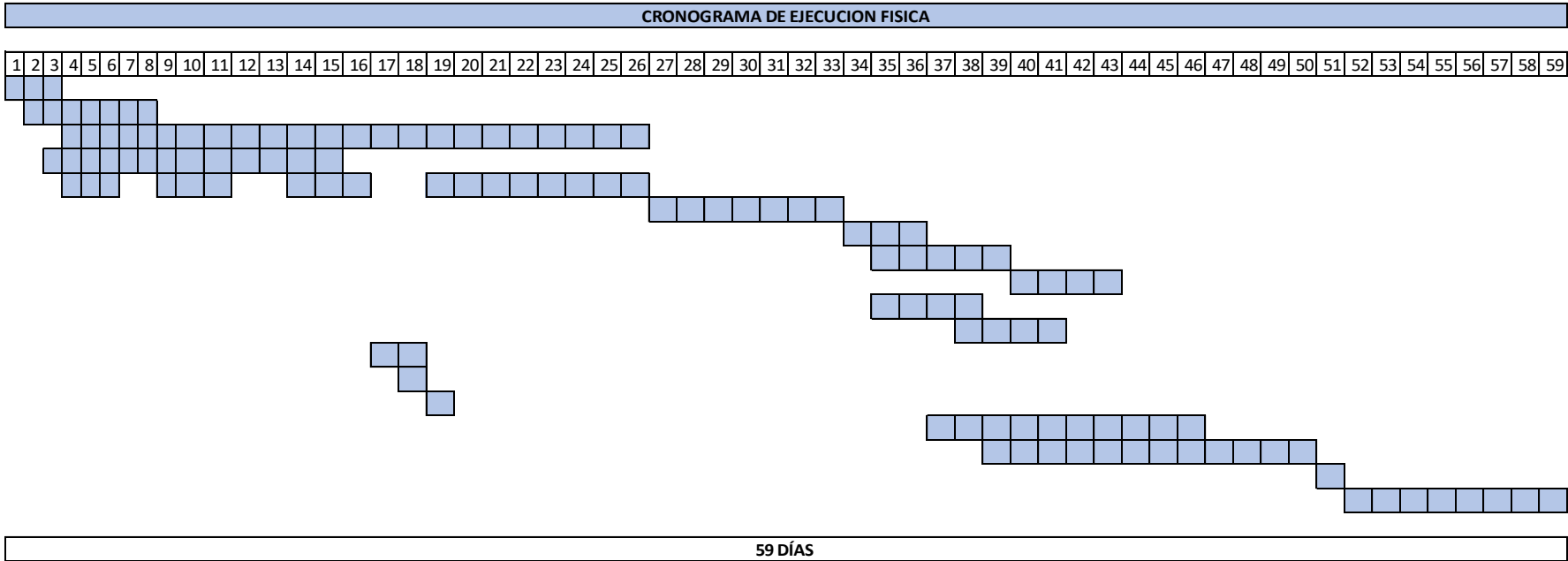


Tabla 14*Metrado Segunda Intervención – Tradicional*

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Presupuesto por partida	Costo por metro
01	Trazo y Replanteo Preliminar	m ²	800,00	5 440,00	5,44
02	Trazo durante la Ejecución de la obra	m ²	800,00	8 160,00	8,16
03	Excavación de Zanja en Terreno Normal Pedregoso Dn 200 de 1,51 m a 2,10 m Prof.	m ³	1440,00	16 790,40	16,79
04	Rotura de Pavimento	m ²	800,00	10 560,00	10,58
05	Refine y Perfilado de Zanja en Terreno Normal "C" para Tubería 8"	m	1000,00	2 660,00	2,66
06	Cama de Apoyo en Terreno Normal Pedregoso Dn 110 para toda Prof.	m	1000,00	5 030,00	5,03
07	Sobre Cama de Zanja Terreno Normal Pedregoso 63-110 mm	m	1000,00	14 450,00	14,45
08	Relleno Compactado con Material Propio 1,51-2,10 m Prof.	m ³	600,00	5 850,00	5,85
09	Eliminación de Desmonte y Material Excedente	m ³	1092,00	12 339,60	12,34
10	Suministro e Instalación Tubería PVC Alcantarillado UF ISO 4435 d =200 mm	m	1000,00	33 420,00	33,42
11	Prueba Hidráulica	m	1000,00	5 900,00	5,90
12	Excavación Buzones a Mano en Terreno Normal Pedregoso Prof. 1,51 a 2,10 ml	m ³	3,62	130,32	0,13
13	Refine Paredes y Fondo de Buzón	m ²	9,17	45,85	0,05
14	Dado de Concreto Simple Tubería - Buzón	m ³	0,50	68,25	0,07
15	Sub Base Granular e=0,15 m	m ²	800,00	12 536,00	12,54
16	Base Granular e=0,15 m	m ²	800,00	15 648,00	15,65
17	Imprimación	m ²	800,00	7 360,00	7,36
18	Carpeta Asfáltica e=2"	m ²	800,00	30 760,00	30,76
				Costo por metro	187,15

Obra: "Instalación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en la Asociación de Vivienda Villa Luz del Olivar"

- **Ubicación:** Tacna – Tacna -Tacna
- **Entidad:** Recursos Propios
- **Año:** febrero 2019

Tabla 15

Tercera Intervención Tradicional - Análisis de Costos Unitarios

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Expediente Técnico		Ejecución - Proceso Constructivo		Días Eje.	Días Eje.
				Acu	Rend.	Acu	Rend.		
01	Trazo y Replanteo Preliminar	m ²	800	4,50	500,00	6,80	445,00	1,60	2,00
02	Trazo Durante la Ejecución de la Obra	m ²	800	9,60	124,00	10,80	115,00	6,45	7,00
03	Excavación de Zanja en Terreno Normal Pedregoso Dn 200 de 1,51m a 2,10m prof,	m ³	1440	12,94	80,00	15,64	75,00	18,00	20,00
04	Rotura de Pavimento	m ²	800	10,87	60,00	11,65	64,00	13,33	13,00
05	Refine y Perfilado de Zanja en Terreno Normal "C" para Tubería 8"	m	1000	3,53	80,00	3,40	74,00	12,50	14,00
06	Cama de Apoyo en Terreno Normal Pedregoso Dn 110 para toda profundidad	m	1000	12,40	136,00	11,90	136,00	7,35	7,00
07	Sobre Cama de Zanja Terreno Normal pedregoso 63 - 110 mm	m	1000	21,00	276,00	15,40	267,00	3,62	4,00
08	Relleno Compactado con Material Propio 1,51 - 2,10 m profundidad	m ³	60	10,60	100,00	9,06	132,00	6,00	5,00
09	Eliminación de Desmonte y Material Excedente	m ³	10,92	8,69	450,00	10,95	432,00	2,43	3,00
10	Suministro e Inst. Tubería PVC alcantarillado UF ISO 4435 D = 200 mm	m	1000	18,97	400,00	19,20	405,00	2,50	3,00
11	Prueba Hidráulica	m	1000	4,22	250,00	4,90	265,00	4,00	4,00
12	Excavación Buzones a Mano en Terreno Normal	m ³	3,62	47,30	2,90	37,00	3,10	1,25	1,00

(continúa)

13	Refine Paredes y Fondo de Buzón	m ²	9,17	5,80	38,00	6,00	25,70	0,24	1,00
14	Dado de Concreto simple Tubería - Buzón	m ³	37	150,65	31,00	155,23	27,40	0,02	1,00
15	Sub Base Granular e=0,15 m	m ²	800	15,30	74,00	16,40	81,00	10,81	10,00
16	Base Granular e=0,15 m	m ²	800	18,34	76,00	20,40	71,00	10,53	10,00
17	Imprimación	m ²	800	8,31	2450,00	10,50	2650,00	0,33	1,00
18	Carpeta Asfáltica e=2"	m ²	800	36,80	104,00	42,50	120,00	7,69	8,00

Figura 33

Cronograma Tercera Intervención - Tradicional

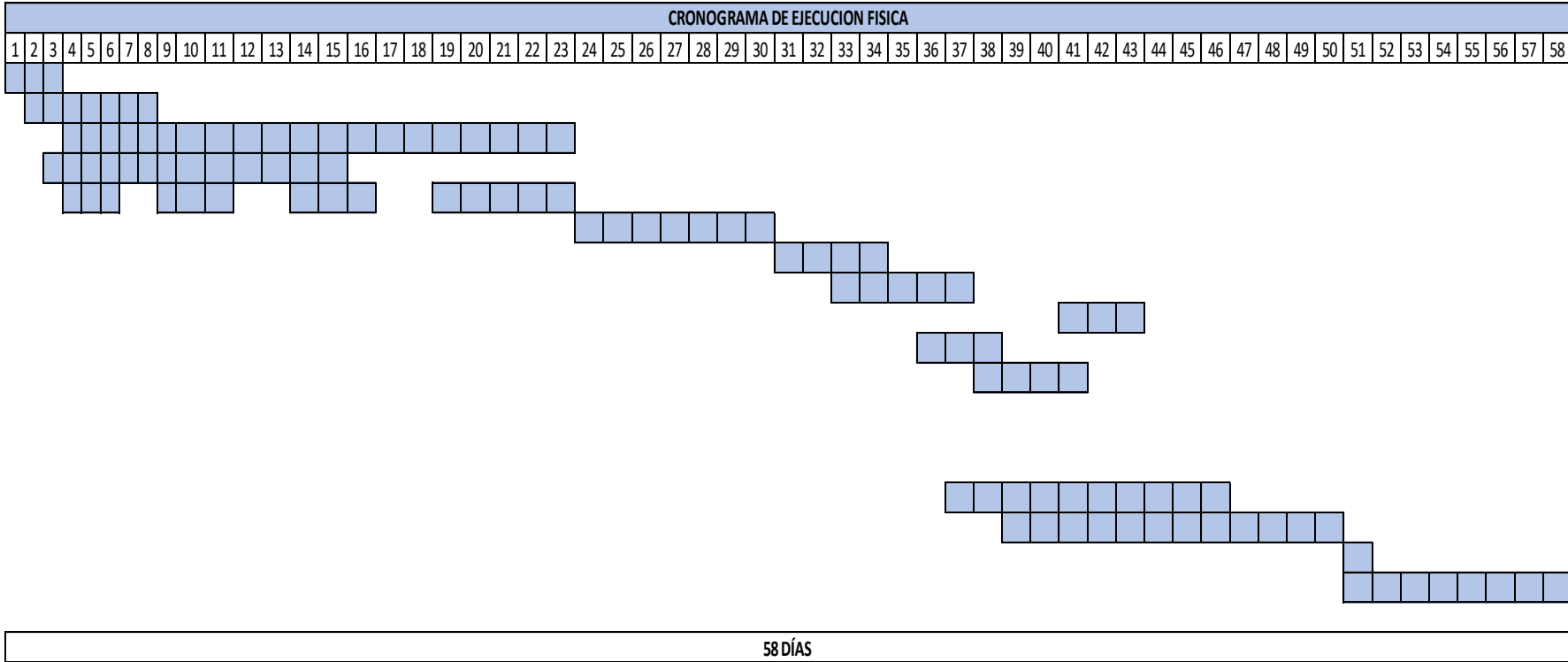


Tabla 16*Metrado Tercera Intervención – Tradicional*

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Presupuesto por Partida	Costo por metro
01	Trazo y Replanteo Preliminar	m ²	800,00	5 440,00	5,44
02	Trazo durante la Ejecución de la Obra	m ²	800,00	8 640,00	8,64
03	Excavación de Zanja en Terreno Normal Pedregoso Dn 200 de 1,51 m a 2,10 m profundidad	m ³	1440,00	22 521,60	22,52
04	Rotura de Pavimento	m ²	800,00	9 320,00	9,32
05	Refine y Perfilado de Zanja en Terreno Normal "C" para Tubería 8"	m	1000,00	3 400,00	3,40
06	Cama de Apoyo en Terreno Normal Pedregoso Dn 110 para toda prof	m	1000,00	11 900,00	11,90
07	Sobre Cama de Zanja Terreno Normal Pedregoso 63-110 mm	m	1000,00	15 400,00	15,40
08	Relleno Compactado con Material Propio 1,51-2,10 m profundidad	m ³	600,00	5 436,00	5,44
09	Eliminación de Desmonte y Material Excedente	m ³	1092,00	11 957,40	11,96
10	Suministro e Instalación Tubería PVC Alcantarillado UF ISO 4435 D = 200 mm	m	1000,00	19 200,00	19,20
11	Prueba Hidráulica	m	1000,00	4 900,00	4,90
12	Excavación Buzones a Mano en Terreno Normal Pedregoso prof 1,51 a 2,10 m	m ³	3,62	133,94	0,13
13	Refine Paredes y Fondo de Buzón	m ²	9,17	55,02	0,06
14	Dado de Concreto Simple Tubería - buzón	m ³	0,70	108,66	0,11
15	Sub Base Granular e=0,15 m	m ²	800,00	13 120,00	13,12
16	Base Granular e=0,15 m	m ²	800,00	16 320,00	16,32

(continúa)

17	Imprimación	m ²	800,00	8 400,00	8,40
18	Carpeta Asfáltica e=2"	m ²	800,00	34 000,00	34,00
				Costo por metro	190,25

Una vez hecho el resumen de la comparación entre los análisis de costos unitarios y la ejecución física de la obra se realizó el análisis de un costo promedio y un tiempo de ejecución de las partidas más incidentes y se obtiene el promedio por método tradicional, como se observa en la Tabla 17.

Tabla 17

Promedio por método tradicional

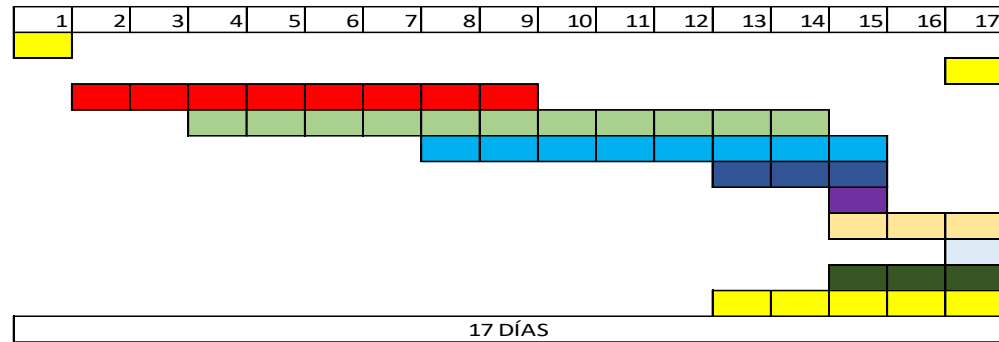
Costo tiempo método tradicional		
	Costo por metro en S/.	Tiempo
01	167,58	56,00
02	187,15	59,00
03	190,25	58,00
Promedio	181,66	57,67

Obra: "Instalación y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable Alcantarillado y Almacenamiento II Etapa"

- **Ubicación:** Moquegua – Mariscal Nieto - Moquegua
- **Entidad:** Municipalidad de Moquegua
- **Año:** Mayo 2016

Tabla 18*Primera intervención – método cracking – análisis de costos unitarios*

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Expediente Técnico		Ejecución - Proceso Constructivo		Días Ejec.	Días Ejec.
				Acu	Rend.	Acu	Rend.		
01	Trazo Nivelación y Replanteo Inicial	m ²	800	3,50	1200,00	3,45	1258,00	0,67	1,00
02	Replanteo Final	m ²	800	2,26	1200,00	2,26	1258,00	0,67	1,00
03	Suministro de tubería Clase Sn=4 NTP ISO 8772:2009	m	1000	34,03	125,00	34,30	125,00	8,00	8,00
04	Instalación de Tubería sin zanja Dn = 200 mm para desagüe	m	1000	100,43	80,00	101,25	88,00	12,50	11,00
05	Prueba Hidráulica para Tuberías sin Zanja Dn = 200	m	1000	5,79	200,00	6,50	176,00	5,00	8,00
06	Corte + Rotura Ed y Reposición de Pavimento Flexible Asfalto Caliente de e=2 (Incluye pago por Eliminación Desmonte-Material Peligroso a Centro Autorizado)	m ²	16	88,31	48,00	92,10	52,00	0,33	3,00
07	Buzón 1t, Normal a Maq, 1,76 m a 2,00 m profundidad 8 encofrado, exterior e interior cemento-v) a rehabilitar	und	1	2414,16	4,00	2425,00	3,00	0,25	1,00
08	Rehabilitación de Canaleta Buzón	und	10	266,01	4,00	267,20	3,00	2,50	3,00
09	Limpieza con Chorro de Agua a Vapor a Alta Presión	m ²	20,1	5,92	160,00	6,20	165,00	0,13	1,00
10	Rehabilitación de Buzón por Tarrajeo con profundidad menor a 1,25 m	und	10	211,10	4,00	213,42	3,00	2,50	3,00
11	Pasa muro Dn = 250 mm	und	20	765,97	6,00	774,10	4,00	3,33	5,00

Figura 34*Cronograma Primera Intervención – Cracking***Tabla 19***Metrado primera intervención – método cracking*

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Presupuesto por partida	Costo por metro
01	Trazo Nivelación y Replanteo Inicial	m ²	800	2 760,00	2,76
02	Replanteo Final	m ²	800	1 808,00	1,81
03	Suministro de Tubería clase sn4 NTP ISO 8772:2009	m	1000	34 300,00	34,3
04	Instalación de Tubería sin Zanja Dn=200 mm para Desagüe	m	1000	101 250,00	101,25
05	Prueba Hidráulica para Tuberías sin Zanja Dn=200	m	1000	6 500,00	6,5
06	Corte + Rotura Ed y Reposición de Pavimento Flexible Asfalto Caliente de e=2 (Incl, Pago por Eliminación Desmonte-Material Peligroso a Centro Autorizado)	m ²	16,00	1 473,60	1,47
07	Buzón 1t, Normal a Maq, 1,76 m a 2,00 m Profundidad 8 encof. Exterior e interior Cemento-V) a Rehabilitar	und	1,00	2 425,00	2,43
08	Rehabilitación de canaleta Buzón	und	10,00	2 672,00	2,67
09	Limpieza con Chorro de Agua a Vapor a Alta Presión	m ²	20,10	124,62	0,12
10	Rehabilitación de Buzón por Tarrajeo con Profundidad Menor a 1,25m	und	10,00	2 134,20	2,13
11	Pasamuro Dn=250mm	und	20,00	15 482,00	15,48
				Costo por metro	170,93

Obra: “Optimización de la Infraestructura de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado: Sectorización Rehabilitación de las Redes de Actualización de Catastro de la Gerencia de Servicios Norte Área de Influencia Planta de Tratamiento Huachipa Área de Drenaje Oquendo Sinchi Roca Puente Piedra y Sectores 84 83 85 y 212”

- **Ubicación:** Lima Norte II
- **Entidad:** Municipalidad de Lima
- **Año:** Marzo 2016

Tabla 20

Segunda intervención – método cracking – análisis de costos unitarios

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Expediente Técnico		Ejecución - Proceso Constructivo		Días Ejec.	Días Ejec.
				Acu	Rend.	Acu	Rend.		
01	Trazo, nivelación y replanteo inicial	m ²	800	3,6	1 100,00	3,60	1 228,00	0,73	1,00
02	Replanteo final	m ²	800	2,16	1 100,00	2,65	1 258,00	0,73	1,00
03	Suministro de Tubería PEAD clase sn4 NTP ISO 8772:2009	m	1000	32,03	130,00	33,60	135,00	7,69	7,00
04	Instalación de Tubería sin zanja Dn 200 mm para desagüe	m	1000	101,3	70,00	102,70	85,00	14,29	11,00
05	Prueba Hidráulica para Tuberías sin zanja dn 200	m	1000	5,12	210,00	6,10	234,00	4,76	5,00
06	Corte + Rotura, ed y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e=2 (incl. pago por eliminación desmonte-material peligroso a centro autorizado)	m ²	16	87,1	46,00	91,80	50,50	0,35	4,00

(continúa)

07	Buzón 1t. Normal a maq. 1,76 m a 2.00 m profundidad 8 encof. exter e inter cemento-v) a rehabilitar	und	1	312,92 ²	3,00	343,00 ²	3,00	0,33	1,00
08	Rehabilitación de Canaleta buzón	und	10	254,02	6,00	267,20	3,00	1,67	3,00
09	Limpieza con Chorro de Agua a Vapor a Alta Presión	m ²	20,1	5,92	160,00	6,78	154,00	0,13	1,00
10	Rehabilitación de buzón por Tarrajeo con profundidad menor a 1.25m	und	10	221,2	4,00	233,20	3,00	2,50	3,00
11	Pasamuro dn 250mm	und	20	763,03	6,00	775,10	4,00	3,33	5,00

Figura 35

Cronograma segunda intervención – cracking

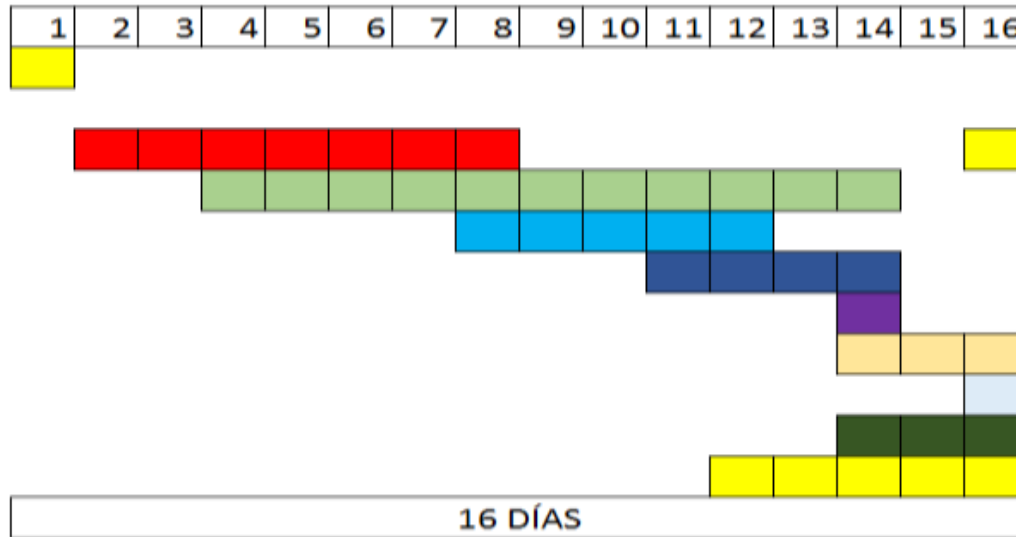


Tabla 21

Cronograma segunda intervención - cracking

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Presupuesto por partida	Costo por metro
01	Trazo, nivelación y replanteo inicial	m ²	800	2 880,00	2,88
02	Replanteo final	m ²	800	2 120,00	2,12
03	Suministro de tubería pead clase sn4 ntp iso 8772:2009	m	1000	33 600,00	33,6
04	Instalación de tubería sin zanja dn 200 mm para desagüe	m	1000	102 700,00	102,7
05	Prueba hidráulica para tuberías sin zanja dn 200	m	1000	6 100,00	6,1
06	Corte + rotura, ed y reposic, de pavimento flexible Asfalto caliente de e=2 (incl., pago por eliminación Desmonte-material peligroso a centro autorizado)	m ²	16	1 468,80	1,47
07	Buzón 1t, normal a maq, 1,76 m a 2,00 m Profundidad 8encof, exter e inter cemento-v) a rehabilitar	und	1	2 343,00	2,34
08	Rehabilitación de canaleta buzón	und	10	2 672,00	2,67
09	Limpieza con chorro de agua a vapor a alta presión	m ²	20,1	136,28	0,14
10	Rehabilitación de buzón por tarrajeo con profundidad menor a 1,25m	und	10	2 332,00	2,33
11	Pasamuro dn 250mm	und	20	15 502,00	15,5
				Costo por metro	171,85

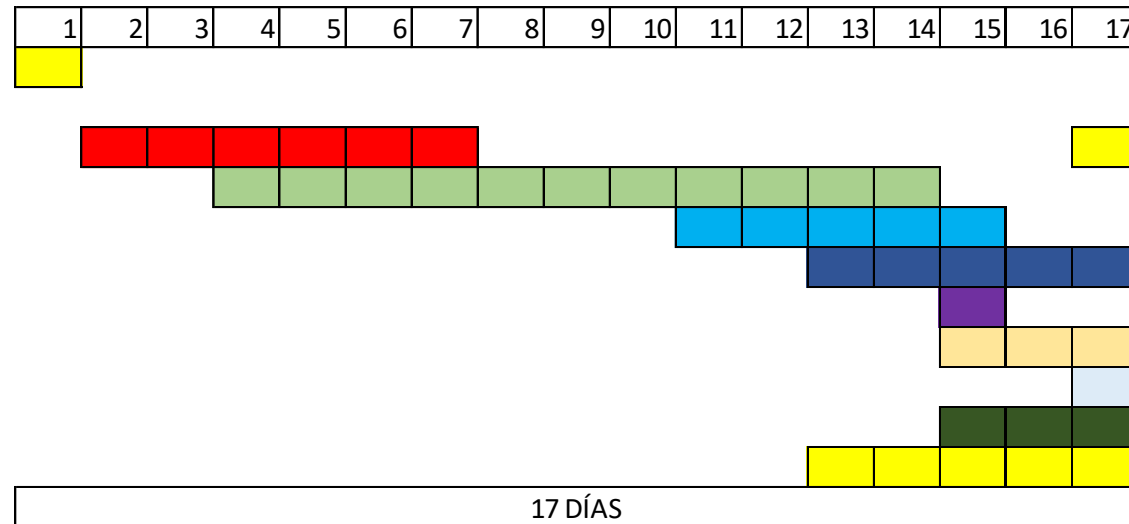
Obra: "Instalación y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable Alcantarillado y Almacenamiento I Etapa"

- **Ubicación:** Moquegua – Mariscal Nieto - Moquegua
- **Entidad:** Municipalidad de Moquegua
- **Año: Enero 2016**

Tabla 22

Tercera intervención – cracking – análisis de costos unitarios

Ítem	Descripción	und	Metrado	Expediente Técnico		Ejecución - proceso constructivo		Días Ejec.	Días Ejec.
				Acu	Rend.	Acu	Rend.		
01	Trazo, nivelación y replanteo inicial	m ²	800	2,80	1 200,00	2,95	1 258,00	0,67	1,00
02	Replanteo final	m ²	800	2,31	1 200,00	2,50	1 258,00	0,67	1,00
03	Suministro de tubería PEAD clase SN4	m	1000	30,03	145,00	30,25	160,00	6,90	6,00
04	Instalación de tubería sin zanja dn 200 mm para desagüe	m	1000	100,50	68,00	101,40	75,00	14,71	11,00
05	prueba hidráulica para tuberías sin zanja Dn 200	m	1000	4,32	205,00	5,12	214,00	4,88	5,00
06	Corte + rotura reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e=2 (incl. pago por eliminación desmonte-material peligroso a centro autorizado)	m ²	16	77,50	48,20	81,30	52,50	0,33	5,00
07	Buzón normal a maq. 1,76 m a 2,00 m profundidad 8encof. exter e inter cemento-v) a rehabilitar	und	1	2 370,70	3,00	2375,00	3,00	0,33	1,00
08	Rehabilitación de canaleta buzón	und	10	234,10	4,00	240,20	4,00	2,50	3,00
09	Limpieza con chorro de agua a vapor a alta presión	m ²	20,1	5,50	165,00	6,50	150,00	0,12	1,00
10	Rehabilitación de buzón por tarrajeo con profundidad menor a 1,25m	und	10	221,10	4,00	223,90	3,00	2,50	3,00
11	Pasamuro dn 250 mm	und	20	763,50	6,00	770,50	4,00	3,33	5,00

Figura 36*Cronograma tercera intervención – cracking***Tabla 23***Metrado tercera intervención – cracking*

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Presupuesto por Partida	Costo por Metro
01	Trazo, nivelación y replanteo inicial	m ²	800	2 360,00	2,36
02	Replanteo final	m ²	800	2 000,00	2
03	Suministro de tubería pead clase SN4 NTP ISO 8772:2009	m	1000	30 250,00	30,25
04	Instalación de tubería sin zanja dn 200 mm para desagüe	m	1000	101 400,00	101,4
05	Prueba hidráulica para tuberías sin zanja dn 200	m	1000	5 120,00	5,12

(continúa)

06	Corte + rotura, reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e=2 (incl. pago por eliminación desmonte-material peligroso a centro autorizado)	m ²	16	1 300,80	1,3
07	Buzón Normal a maq. 1,76 m a 2,00 m profundidad 8 m (exter e inter cemento-v) a rehabilitar	und	1	2 375,00	2,38
08	Rehabilitación de canaleta buzón	und	10	2 402,00	2,4
09	Limpieza con chorro de agua a vapor a alta presión	m ²	20.1	130,65	0,13
10	Rehabilitación de buzón por tarrajeo con profundidad menor a 1,25m	und	10	2 239,00	2,24
11	Pasamuro dn 250 mm	und	20	15 410,00	15,41
				Costo por metro	164,99

Tabla 24*Promedio por método cracking*

Costo Tiempo Método Cracking		
	Costo por metro en S/.	Tiempo Cracking
01	170,93	17
02	171,85	16
03	164,99	17
Promedio	169,26	16,67

CAPITULO V: DISCUSIÓN

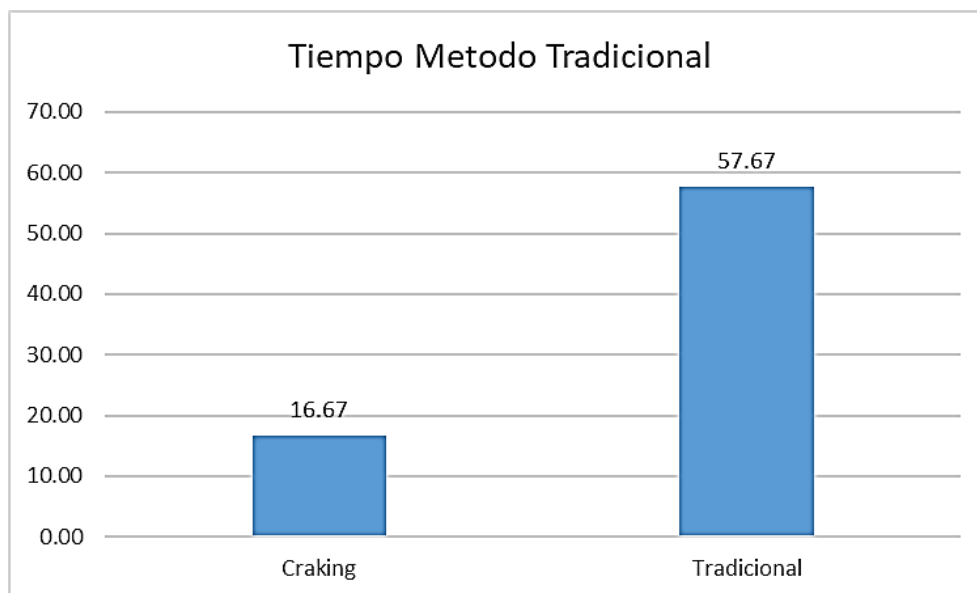
Para el cálculo del factor tiempo y el factor costo se ha procedido a unificar los metrados por un valor de 1000 metros lineales tanto para la metodología cracking y la metodología tradicional y multiplicando este metrado (1000) por el análisis de costos unitarios obtuvimos el costo total del proyecto (partidas más incidentes) asimismo el tiempo se ha calculado en función del proceso constructivo de cada proyecto elegido.

5.1 Factor tiempo

En correlación con el tiempo es que se aprecia la discrepancia referente a los tiempos ejecutados en obra bajo la consideración de metodologías tradicionales versus las metodologías más innovadoras como son el cracking resultando con una gran notoriedad. Esto se aprecia en la Figura 37.

Figura 37

Comparación de tiempos en la ejecución del proyecto con los diferentes métodos



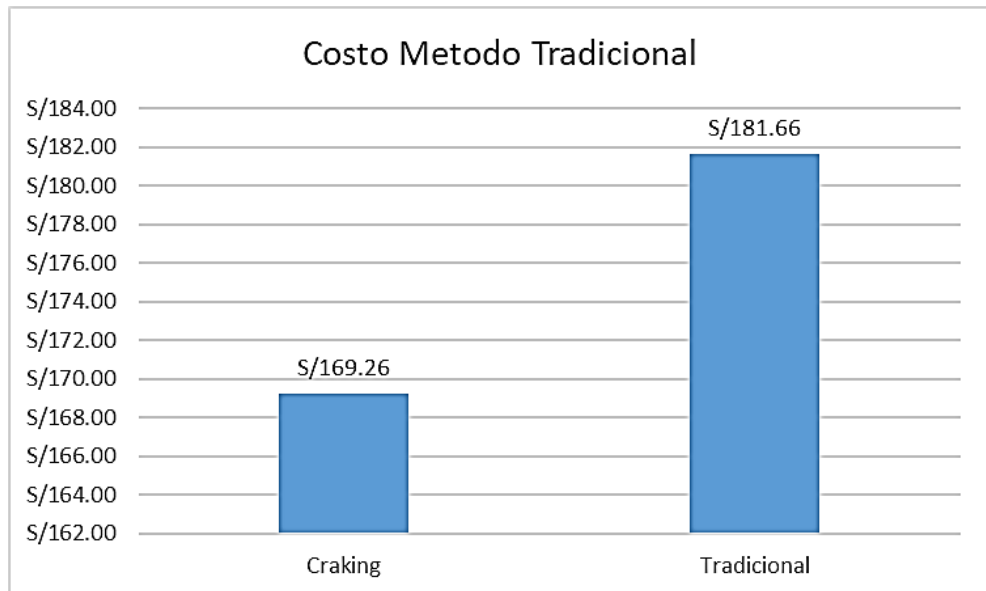
5.2 Factor costo

En correlación con el costo es cuando se aprecia que en la ejecución de obra las metodologías que usualmente empleamos y su correspondencia con la novedosa

metodología que viene a ser el cracking son con bastante notoriedad por lo cual se expone la Figura 38.

Figura 38

Comparación de costos en la ejecución del proyecto con los diferentes métodos



CONCLUSIONES

Del estudio de investigación se ha determinado que al realizar la comparación entre la metodología tradicional y la metodología cracking, el resultado obtenido es más ventajoso y notable para la metodología cracking.

Comparación realizada en costos y tiempo de ejecución en obra con unitariamente de lo analizado.

	Costo por metro	Tiempo (días)
Metodología cracking	169,26	16,67
Metodología tradicional	181,66	57,67

Disminuir el gasto en la ejecución de la obra propone un efecto inmediato de ahorro en tiempo y costo ventajas en el proceso de ejecución y por ende mejora la productividad.

Disminuir el tiempo de ejecución en una obra genera muchos beneficios en cuanto a Gastos Generales es una de las razones con que pensamos en los 16,67 días de la metodología cracking frente a los 57,67 días con la metodología convencional.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que las entidades que ejecutan obras de saneamiento en este caso en Tacna la EPS Tacna S.A., Municipalidad Provincial de Tacna y Gobierno Regional de Tacna entre otras; deberían considerar dentro de su proceso de ejecución el uso de la metodología Cracking ya que se demuestra que significa un ahorro en tiempo y costo.

Al considerar dentro del proceso de ejecución la metodología Cracking mejoramos considerablemente el tiempo de ejecución y por ende las molestias que se causa a los vecinos por la demora en la culminación de los trabajos de alcantarillado.

Se recomienda a las Entidades Gubernamentales, Universidades, SENCICO y otros estandarizar estos procedimientos técnicos ya que prospera muy rápidamente el uso de nuevos conjuntos de técnicas más avanzadas ya que el estudio de investigación realizado es el comienzo de muchas otras investigaciones sobre esta metodología Cracking.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2014). Guía para Rehabilitación y Renovación para Redes de Distribución de Agua Potable. Lima
- SEDAPAL (2013) <http://www.sedapal.com.pe/tecnologia-sin-zanja> Sitio web de Sedapal (consulta 29 marzo)
- PLASTICOS (2009) Soldadura térmica en tuberías de polietileno (PE). Asociacion Española De Fabricantes De Tubos Y Accesorio
- Oaxaca. - Salinas M. (2008). Costos y Presupuestos de Obra. Lima: Fondo ICG
- Antunez H Pajares J & Stoynic A. (2007). Manual de Instalación Las Redes de Agua y Desagüe. Lima: SINCO.
- Rodríguez P. (2005). Ingeniería Sanitaria y Alcantarillado. Oaxaca: Instituto Tecnológico de.
- Arce J. (2016). *Aplicacion de la tecnologia sin zanja para mejorar la productividad en la rehabilitacion de redes de alcantarillado Comas 2016*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Echevarria C. & Mantilla U. (2019). Proceso constructivo del sistema de agua potable utilizando el metodo de cracking para la sustitucion de tuberias en el centro civico de la ciudad de Trujillo 2019. Trujillo: Universidad Privado Antenor Orrego.
- Gestión. (8 de Agosto de 2017). Aumenta número de microempresas peruanas pero aún no es momento de alegrarse. Diario Gestión.

ANEXOS

Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
<p>Problema General Comparar la instalación de tuberías con y sin zanja para mejorar la productividad en la renovación de las redes de alcantarillado en la ciudad de Tacna.</p>	<p>Objetivo general ¿Con el análisis y comparación de la instalación de tuberías con y sin zanja se podrá mejorar la productividad en la renovación de las redes de alcantarillado en la ciudad de Tacna?</p>	<p>Hipótesis General Al comparar las instalaciones de tubería con y sin zanja se mejorará la productividad en la renovación de las redes de alcantarillado en la ciudad de Tacna.</p>	<p>Variables Independiente Evaluar costo productividad y tiempo</p>	<p>Tipo de investigación: Explicativo Se orienta a la selección de la mejor técnica de instalación de tubería para mejorar la productividad en el proceso de renovación de las redes de alcantarillado,</p>
<p>Problema Específico - Evaluar los costos más adecuados para la renovación de redes de alcantarillado con o sin zanja.</p>	<p>Objetivos específicos - ¿Es posible que al evaluar los costos en las técnicas con y sin zanja se pueda seleccionar la más adecuada renovación de redes de alcantarillado?</p>	<p>Hipótesis Especificas - Con la evaluación de los costos en las técnicas con y sin zanja se permite seleccionar la renovación de redes de alcantarillado más adecuada.</p>	<p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tuberías - Costos directo de materiales - Costos indirectos de construcción - Maquinas 	<p>Diseño de investigación:</p>

(continúa)

<ul style="list-style-type: none"> - Contrastar los tiempos de ejecución más adecuado para la renovación de redes de alcantarillado la ciudad de Tacna. 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Con la comparación de los tiempos de ejecución en la renovación de redes de alcantarillado con y sin zanja se podrá proponer el procedimiento más factible para la ciudad de Tacna? 	<ul style="list-style-type: none"> - Se plantea con la comparación de los tiempos el procedimiento para la renovación de redes de alcantarillado la ciudad de Tacna. 	<p>Variables Dependiente</p> <p>Renovación de redes de alcantarillado</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de ejecución - Control de obra Mano de obra 	<p>Documental</p> <p>Se realizará la recopilación de información de la zona y se elegirá la mejor técnica de instalación de tubería del proceso de renovación de redes.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Definir la productividad en la renovación de las redes de alcantarillado con y sin zanja. 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Es posible determinar la productividad en la renovación de redes de alcantarillado con y sin zanja? 	<ul style="list-style-type: none"> - Con la instalación de tuberías con y sin zanja se podrá establecer la productividad en la renovación de las redes de alcantarillado. 		