



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN
ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE
ALCANTARILLADO**

Línea de investigación:

**Desarrollo urbano-rural, Catastro, Prevención de riesgos, Hidráulica y
Geotécnica**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Trujillo Agurto, Wilman Ly

Asesor:

Pumaricra Padilla, Raul Valentin

Codigo ORCID 0000 0002 7037 4396

Jurado:

Jaramillo Tarazona, Francisco

Quintanilla Huayta, Dario

Yucra Ayala, Maddeley Elizabeth

Lima - Perú

2023



Reporte de Análisis de Similitud

Archivo:

1A--WORD-2023

Fecha del Análisis:

03 /02/2023

Analizado por:

ALAVI VALVERDE LILIANA MIRIAM

Correo del analista:

LALAVI@UNFV.EDU.PE

Porcentaje:

5 %

Título

“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO”

Enlace:

<https://secure.arkund.com/old/view/150670796-320604-888355#DcY7DslwEEDBu7h+Qvu1s7kKSoEiQC5lKxJxd9KM5ts+Z1vwigp66ejAMMcCS6zj+CCMcOJKkaSQC50uDBZqo53zfczX3B/H/myr3CSypLTEwi16WP/9AQ==>



MS. WALTER ALBERTO VARGAS MACHUCA CARTOLÍN
Jefe de la Oficina de Grados y Gestión del Egresado - FIC



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO

Línea de investigación:

Desarrollo urbano-rural, Catastro, Prevención de riesgos, Hidráulica y Geotécnica

Modalidad de suficiencia profesional para optar el Título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Trujillo Agurto, Wilman Ly

Asesor:

Pumaricra Padilla, Raul Valentin

ORCID:0000 0002 7037 4396

Jurado:

Jaramillo Tarazona, Francisco

Quintanilla Huayta, Dario

Yucra Ayala, Maddeley Elizabeth

Lima-Perú

2023

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón mi Trabajo de Investigación a mi familia, por haberme apoyado en el transcurso de toda mi formación académica. Por estar conmigo en los buenos y malos momentos.

Agradecimientos

A Dios, quien con sus bendiciones ha hecho posible este logro.

Al Ing. Raúl Valentín Pumaricra Padilla, mi asesor y principal colaborador durante este proceso, quien con su dirección, conocimiento y enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo.

A mis familiares y amigos, porque con sus consejos y palabras de aliento aportaron en el desarrollo de este trabajo.

A mi Cris, por ser mi motor e inspiración día a día.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. TRAYECTORIA DEL AUTOR	18
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	18
1.3. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	19
1.4. ÁREA Y FUNCIONES DESEMPEÑADAS	19
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA	21
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
2.1.1 Descripción de la realidad problemática.....	21
2.1.2. Formulación del problema.....	23
2.1.2.1. Problema general	23
2.1.2.2. Problemas específicos	23
2.1.3. Antecedentes.....	24
2.1.3.1. Antecedentes internacionales.....	24
2.1.3.2. Antecedentes nacionales	26
2.1.4. Objetivos	27
2.1.4.1. Objetivo general	27
2.1.4.2. Objetivos específicos.....	27
2.1.5 Justificación	27
2.1.6. Hipótesis.....	27
2.1.6.1. Hipótesis general.....	29
2.1.6.2. Hipótesis específicas.....	29
2.2 MARCO TEÓRICO	29
2.2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación	29
2.2.1.1. Alcantarillado.....	29
2.2.1.2. Disponibilidad del servicio higiénico.....	30
2.2.1.3. Tuberías de desagüe.....	31
A. Asbesto y cemento.....	31
B. Policloruro de vinilo (P.V.C.).....	32
C. Polietileno de alta densidad (P.E.A.D).....	33
2.2.1.4. Tuberías de polietileno para el uso del método sin zanja.....	35

A. Características de las tuberías de polietileno.....	35
B. Tipos de tubería de polietilenos.....	38
B1. Polietilenos de altas densidades.....	38
B2. Polietilenos de medianas densidades.....	38
B3. Polietilenos de bajas densidades.....	38
C. Usos que se les da a las tuberías de polietileno.....	38
2.2.1.5. Tipos de soldadura.....	39
A. Soldaduras por electro-fusiones.....	40
B. Soldadura por termofusión.....	43
2.2.1.6. Método sin zanja.....	49
A. Historia del método sin zanja.....	49
B. Definición del método sin zanja.....	50
C. Limpieza de colectores con máquina de balde.	52
D. Inspecciones televisivas de las redes de alcantarillados.	53
E. winche o Hydroguide.....	53
F. Martillos o topo neumáticos.....	54
G. Compresora.....	56
H. El cabezal de rotura o expansor.....	56
I. Pasacables guías tipo cobras.....	57
2.2.1.7. Tipos del método sin zanja.....	58
A. Dinámicos.....	58
B. Estáticos.....	59
C. Diferencias.....	60
D. Limitación.....	61
D1. Size on size.....	61
D2. Agrandamiento simple.....	62
D3. Doble agrandamiento.....	63
2.2.2. Marco Normativo.....	63
2.2.3. Partidas involucradas en el método sin zanja.....	65
2.2.3.1. Desvío del flujo de desagüe.....	65

2.2.3.2. Limpieza hidráulica de la red de alcantarillado con máquina de balde.....	66
2.2.3.3. Inspección previa de televisiva.....	67
2.2.3.4. Habilitar la ventana de inserción	67
2.2.3.5. Demolición de media caña y paredes del buzón.....	68
2.2.3.6. Suministro e instalación de tubería de alcantarillado.....	68
2.2.3.7. Resane del buzón.....	71
2.2.3.8. Conexiones domiciliarias.....	72
2.2.3.9. Eliminación de material excedente.....	73
2.2.3.10. Inspección post de televisiva.....	74
2.2.3.11. Prueba hidráulica de la línea y conexiones.....	74
2.2.3.12. Rellenar y compactar las ventanas de inserción.....	75
2.2.3.13. Pruebas de compactación de suelos.....	75
2.2.3.14. Reposición de asfalto.....	76
2.2.4. Partidas involucradas en el método tradicional.....	76
2.2.4.1. Desvió del flujo de desagüe.....	76
2.2.4.2. Corte y rotura del pavimento flexible de e= 2".....	76
2.2.4.3. Excavación de zanja.....	77
2.2.4.4. Eliminación de material excedente.....	78
2.2.4.5. Entibado de zanja.....	78
2.2.4.6. Desmontaje y retiro de tubería por reemplazar.....	79
2.2.4.7. Refine y nivel de zanja.....	79
2.2.4.8. Eliminación y depósito de tubería de P.V.C. de desagüe retiradas en centros de acopio autorizados.....	80
2.2.4.9. Suministros e instalación de tuberías.....	80
2.2.4.10. Conexiones domiciliarias.....	81
2.2.4.11. Relleno y compactación de zanja.....	81
2.2.4.12. Pruebas de compactación de suelo-densidad de campo.....	82
2.2.4.13. Pruebas hidráulicas de línea y conexiones.....	82
2.2.4.14 Reposición de asfalto.....	83
2.3 MÉTODO.....	83

2.3.1. <i>Tipo de investigación</i>	83
2.3.2. <i>Ámbito temporal y espacial</i>	83
2.3.3. <i>Variables</i>	84
2.3.3.1. Variable independiente.....	84
2.3.3.2 Variable dependiente.....	84
2.3.4 <i>Población y muestra</i>	84
2.3.4.1. Población.....	84
2.3.4.2. Muestra.....	84
2.3.5. <i>Técnicas e instrumentos</i>	84
2.3.5.1. Para mi primer objetivo específico.....	84
2.3.5.2. Para mi segundo objetivo específico.....	90
2.3.6. <i>Procedimientos</i>	94
2.3.7. <i>Desarrollo del presupuesto</i>	966
2.3.7.1. Datos del tramo a evaluar.....	96
2.3.7.2. Representación gráfica del método sin zanja-red domiciliaria.....	97
2.3.7.3. Cuadro de presupuesto del método sin zanja-red domiciliaria.....	98
2.3.7.4. Representación gráfica del método sin zanja - conexiones domiciliarias.....	100
2.3.7.5. Cuadro de presupuesto del método sin zanja - conexiones domiciliarias.....	101
2.3.7.6. Representación gráfica del método tradicional - red domiciliaria.....	103
2.3.7.7. Cuadro de presupuesto del método tradicional - Red domiciliaria.....	105
2.3.7.8. Representación gráfica del método tradicional - conexiones domiciliarias.....	108
2.3.7.9. Cuadro de presupuesto del método tradicional - conexiones domiciliarias.....	109
2.3.7.10. Cuadro comparativo del gasto económico.....	111
2.3.8 <i>Metrado de eliminación de material excedente</i>	113
2.3.8.1. Datos del tramo a evaluar.....	113
2.3.8.2. Cuadro de eliminación de material excedente del método sin zanja-Red domiciliaria	113
2.3.8.3. Cuadro de eliminación de material excedente del método tradicional-red domiciliaria	113
2.3.8.4. Cuadro de eliminación de material excedente del método sin zanja-conexiones domiciliarias.....	114
2.3.8.5. Cuadro de eliminación de material excedente del método tradicional-conexiones domiciliarias.....	115

2.3.8.6. Cuadro comparativo de la contaminación ambiental	116
2.4 ANALISIS DEL IMPACTO SOCIO AMBIENTAL.....	117
2.4.1. Factores ambientales	119
2.4.2. Factores sociales.....	119
2.4.3. Principales categorías socio ambientales.....	120
2.4.3.1. Emisión de polvo	120
2.4.3.2. Emisión de ruido	121
2.4.3.3. Seguridad del obrero	122
2.4.3.4. Pérdida en el comercio	123
2.4.3.5. Tráfico vehicular	124
2.4.3.6. Costo social	126
2.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	128
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA.....	131
IV. CONCLUSIONES.....	132
V. RECOMENDACIONES	133
VI. REFERENCIAS.....	134
VII. ANEXOS	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Comparación de densidades</i>	36
Tabla 2 <i>Radios máximos de curvatura</i>	37
Tabla 3 <i>Especificaciones técnicas del martillo</i>	55
Tabla 4 <i>Método sin zanja –formato para presupuesto red domiciliaria</i>	85
Tabla 5 <i>Método sin zanja –formato para presupuesto conexión domiciliaria</i>	86
Tabla 6 <i>Método tradicional –formato para presupuesto red domiciliaria</i>	87
Tabla 7 <i>Método tradicional - formato para presupuesto conexión domiciliaria</i>	88
Tabla 8 <i>Cuadro comparativo – formato económico</i>	90
Tabla 9 <i>Método sin zanja – formato de metrados de cantidad de material excedente en la red domiciliaria</i>	91
Tabla 10 <i>Método sin zanja – formato de metrados de cantidad de material excedente en la en la conexión domiciliaria</i>	91
Tabla 11 <i>Método tradicional – formato de metrados de cantidad de material excedente en la en la red domiciliaria</i>	92
Tabla 12 <i>Método tradicional – formato de metrados de cantidad de material excedente en la en la conexión domiciliaria</i>	92
Tabla 13 <i>Cuadro comparativo – formato de eliminación de material excedente en la red domiciliaria y conexiones</i>	93
Tabla 14 <i>Datos de buzones, red domiciliaria y conexiones domiciliarias</i>	96
Tabla 15 <i>Presupuesto del método sin zanja – red domiciliaria</i>	99
Tabla 16 <i>Presupuesto del método sin zanja – conexiones domiciliarias</i>	101
Tabla 17 <i>Presupuesto del método tradicional – red domiciliaria</i>	106
Tabla 18 <i>Presupuesto del método tradicional – conexiones domiciliarias</i>	109
Tabla 19 <i>Cuadro comparativo del método sin zanja y método tradicional – gasto económico</i>	111

Tabla 20 <i>Metrado de eliminación de material excedente-método sin zanja de la red domiciliaria</i>	113
Tabla 21 <i>Metrado de exclusión de materiales excedentes – método tradicional de la red domiciliaria</i>	114
Tabla 22 <i>Metrado de exclusión de materiales excedentes – método sin zanja de la conexión domiciliaria</i>	114
Tabla 23 <i>Metrado de exclusión de materiales excedentes – método tradicional de la conexión domiciliaria</i>	115
Tabla 24 <i>Cuadro comparativo – eliminación de materiales excedentes de la renovación de la red y conexiones domiciliarias</i>	116
Tabla 25 <i>Ventajas en el aspecto socio – ambiental del método sin zanja</i>	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Organigrama de la empresa</i>	19
Figura 2 <i>Circuito de desagüe domiciliario</i>	30
Figura 3 <i>Viviendas con servicio de alcantarillado</i>	31
Figura 4 <i>Tubos de PVC-para alcantarillado</i>	33
Figura 5 <i>Tubo de Polietilenos de altas densidades para desagüe</i>	34
Figura 6 <i>Radio de curvatura (R) de PE</i>	37
Figura 7 <i>Unión por electro-fusión</i>	41
Figura 8 <i>Máquina de electrofusión</i>	42
Figura 9 <i>Unión por soldadura a tope</i>	44
Figura 10 <i>Máquina manual de termofusión</i>	46
Figura 11 <i>Máquina automática de termofusión</i>	46
Figura 12 <i>Soldadura de tubos de PEAD</i>	48
Figura 13 <i>Distintos casos de soldadura</i>	49
Figura 14 <i>Ilustración del proceso del método sin zanja</i>	51
Figura 15 <i>Limpieza con la máquina de balde</i>	53
Figura 16 <i>Vista de la inspección televisiva</i>	53
Figura 17 <i>Hydroguide HG 12</i>	54
Figura 18 <i>Topo neumático</i>	55
Figura 19 <i>Compresora SULLAIR de 375 PCM(pie3/min)</i>	56
Figura 20 <i>Cabezal de rotura</i>	57
Figura 21 <i>Pasacables tipo cobra</i>	57
Figura 22 <i>Cabezal de ruptura del sistema dinámico</i>	59
Figura 23 <i>Cabezales de rupturas de los sistemas estáticos</i>	60
Figura 24 <i>Sustitución de tubería existente del mismo diámetro PVC a PEAD</i>	62

Figura 25 <i>Sustitución de tubería existente en diámetro mayor de PVC a PEAD</i>	62
Figura 26 <i>Sustitución de tubería existente de diámetro 8" a 12" de PVC a PEAD</i>	63
Figura 27 <i>Desvío del flujo de desague</i>	66
Figura 28 <i>Limpieza hidráulica de la red</i>	66
Figura 29 <i>Ventana de inserción</i>	67
Figura 30 <i>Demolición de media caña y paredes de buzón</i>	68
Figura 31 <i>Instalación de tubería</i>	70
Figura 32 <i>Rotura de tubería</i>	70
Figura 33 <i>Llegada de tubería del sistema</i>	71
Figura 34 <i>Resane del buzón</i>	71
Figura 35 <i>Equipo de fragmentación lateral para conexiones domiciliarias</i>	72
Figura 36 <i>Instalación de las conexiones de desague a la red domiciliaria</i>	73
Figura 37 <i>Maquinaria removiendo el material excedente</i>	73
Figura 38 <i>Inspección de la tubería</i>	74
Figura 39 <i>Prueba hidráulica de la línea</i>	74
Figura 40 <i>Relleno de ventanas de inserción</i>	75
Figura 41 <i>Prueba de compactación de suelos</i>	75
Figura 42 <i>Reposición de asfalto</i>	76
Figura 43 <i>Rotura del pavimento flexible</i>	77
Figura 44 <i>Excavación de zanja</i>	77
Figura 45 <i>Retiro del material excedente</i>	78
Figura 46 <i>Entibado de zanja</i>	78
Figura 47 <i>Desmontaje de tuberías</i>	79
Figura 48 <i>Perfil de zanja</i>	79
Figura 49 <i>Eliminación de tubería PVC</i>	80
Figura 50 <i>Instalación de tubería</i>	80

Figura 51 <i>Conexiones domiciliarias</i>	81
Figura 52 <i>Compactación de zanja</i>	81
Figura 53 <i>Pruebas de compactación</i>	82
Figura 54 <i>Pruebas hidráulicas</i>	82
Figura 55 <i>Reposición del asfalto</i>	83
Figura 56 <i>Método sin zanja de la red domiciliaria – Vista en planta</i>	97
Figura 57 <i>Método sin zanja de la red domiciliaria – Vista en perfil</i>	98
Figura 58 <i>Porcentaje de incidencia en el método sin zanja – Red domiciliaria</i>	100
Figura 59 <i>Método sin zanja – Instalacion de conexiones domiciliarias</i>	101
Figura 60 <i>Porcentaje de incidencia en el método sin zanja – conexión domiciliaria</i>	103
Figura 61 <i>Método tradicional de la red domiciliaria – vista en planta</i>	104
Figura 62 <i>Método tradicional de la red domiciliaria – vista en perfil</i>	105
Figura 63 <i>Porcentaje de incidencia en el método tradicional – Red domiciliaria</i>	107
Figura 64 <i>Método tradicional – Instalacion de conexiones domiciliarias</i>	108
Figura 65 <i>Porcentaje de incidencia en el método tradicional – conexión domiciliaria</i>	110
Figura 66 <i>Costos directos y ahorro económico de la red y conexiones domiciliarias - porcentaje</i>	112
Figura 67 <i>Cuadro comparativo del costo directo del M. sin zanja y el M. tradicional – red y conexiones</i>	112
Figura 68 <i>Eliminación de material excedente y mitigación ambiental de la red y conexiones domiciliarias- porcentaje</i>	117
Figura 69 <i>Mapa conceptual del impacto socio ambiental</i>	118
Figura 70 <i>El costo de la excavación a zanja abierta aumenta con la profundidad de la tubería y la ubicación</i>	120
Figura 71 <i>Emisión de polvo con el metodo tradcional</i>	121
Figura 72 <i>Emision de ruido con el metodo tradicional</i>	122
Figura 73 <i>Peligros y riesgos al realizar la excavación de una zanja</i>	123

Figura 74 <i>Cierre de tiendas comerciales</i>	124
Figura 75 <i>Congestión vehicular en la apertura de zanjas</i>	125
Figura 76 <i>Contribución de las diferentes categorías de los costos sociales y el costo directo</i>	127

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo comparar los costos y beneficios ambientales de la renovación de la red y conexiones domiciliarias de alcantarillados utilizando el método tradicional de excavación con el método sin zanja en la urbanización Santa Genoveva de Lurín. Para ello, se llevó a cabo una investigación explicativa, utilizando un presupuesto con los costos unitarios de ambos métodos y un cuadro comparativo para identificar las incidencias económicas y ambientales de cada uno. Los resultados obtenidos permitieron concluir que el método sin zanja resulta ser más eficiente que el método con zanja para la renovación de la red y conexiones domiciliarias de alcantarillado en la mencionada urbanización. En lo que respecta al aspecto económico, se encontró que el método con zanja implicaba un gasto considerablemente mayor que el método sin zanja, con un ahorro económico del 14.76%. En cuanto al impacto ambiental, se encontró una diferencia significativa en el cubillaje de material excedente a eliminar, siendo éste mucho menor en el caso del método sin zanja, con una diferencia del 83.12% de eliminación de material excedente en comparación con el método con zanja. Los hallazgos de esta investigación tienen importantes implicaciones en términos de gestión ambiental y económica, ya que el uso del método sin zanja permite reducir significativamente los costos y el impacto ambiental asociado a la renovación de redes domiciliarias de alcantarillado. De esta manera, se promueve una gestión más sostenible de los recursos, con beneficios tanto para el medio ambiente como para la economía local.

Palabras clave: Método sin zanja, renovación de tubería, alcantarillado.

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the environmental costs and benefits of the renovation of the home sewerage network using the traditional excavation system with the trenchless system in the Santa Genoveva de Lurín urbanization. For this, an explanatory investigation was carried out, using a budget with the unit costs of both methods and a comparative table to identify the economic and environmental incidences of each one. The results obtained allowed us to conclude that the trenchless method turns out to be more efficient than the trench method for the renewal of the home sewerage network in the aforementioned urbanization. With regard to the economic aspect, it was found that the trench method implied a considerably higher cost than the trenchless method, with an economic saving of 14.76%. Regarding the environmental impact, a significant difference was found in the volume of excess material to be eliminated, this being much lower in the case of the trenchless method, with a difference of 83.12% in the elimination of excess material compared to the trench method. The findings of this research have important implications in terms of environmental and economic management, since the use of the trenchless method makes it possible to significantly reduce the costs and environmental impact associated with the renovation of residential sewerage networks. In this way, a more sustainable management of resources is promoted, with benefits for both the environment and the local economy.

Key words: Trenchless method, pipe renewal, sewerage.

I. INTRODUCCIÓN

Al transcurrir el tiempo el incremento de la población, obliga a que se desarrollen ampliaciones y rehabilitaciones de cada obra en general y secundarias de saneamiento, como son las redes de alcantarillados, debido a que los diseños antiguos de las tuberías llegan a ser insuficientes y precarias, provocando el colapso y rupturas de las redes de alcantarillado. Por ello se tiene que tener en frecuente mantenimiento y en gran parte de los casos optar por las renovaciones de las tuberías.

La actividad de sustituir tuberías de alcantarillado siempre va de la mano con la implicación económica que requiere dicha actividad, costos directos e indirectos que son cuantificados para ejecutar los trabajos, sin embargo, el costo del aspecto social y ambiental queda de muchas veces de lado, siendo muchas veces lo más difícil de cuantificar.

Es muy importante encontrar y aplicar un método que reduzca lo mayor posible las molestias y los costos, por ello en esta investigación se presenta la tecnología sin zanja, que brinda una técnica que permite solventar todas las deficiencias mencionadas anteriormente.

En los países desarrollados como Inglaterra, Japón y Estados Unidos, lograron implementar la tecnología sin zanja con buenos resultados económicos, ambientales y sociales. Perú es un país en vías de desarrollo donde esta tecnología es para la mayoría desconocida, por ello que, para sustituir una tubería de alcantarillado, se aplica el método tradicional de abrir la zanja, lo cual ocasiona importantes inconvenientes tanto al público en general como al ambiente, y se tiene una mayor inversión de tiempo y dinero. Así que el uso del método sin zanja ayuda a mejorar la instalación de cada tubería de alcantarillado sin muchas complicaciones y con mayores ahorros, que es lo que tanto requiere la población actualmente.

En consecuencia, las tecnologías sin zanjas se presentan como alternativas viables a la metodología tradicional de zanjas abiertas. Es posible realizar una comparación exhaustiva de

las ventajas de los métodos sin zanjas en relación con los métodos tradicionales, en los distintos factores que intervienen en las obras de renovación de tuberías de alcantarillado en la urbanización Santa Genoveva de Lurín.

1.1. Trayectoria del autor

Egresado en el año 2018 de la Facultad de Ingeniería Civil de la “Universidad Nacional Federico Villarreal”. Ejecuté prácticas en la obra de saneamiento de agua potable y alcantarillado en S.J.L. como Asistente de Ingeniero de la obra en la ejecución de reservorios apoyados y redes secundarias para la empresa supervisora Acruta y Tapia. Al ser egresado, los 6 primeros meses del 2019 logré laborar en el consorcio supervisor Oquendo lote 2, empresa encargada de supervisar los trabajos de ampliación y rehabilitaciones de agua potable y desagües con el método sin zanja, a través del cargo de Controlador de campo. En noviembre del 2019 llegué a iniciar labores en la empresa Inversiones El Pino donde actualmente me desempeño como trabajador. Llegué a trabajar como Asistente de Ingeniero de Calidad y en este periodo como Producción, logré participar en las ejecuciones de varias Habilitaciones Urbanas en Carabayllo, Barranca, Cerro azul, Huampani y Lurín. Hasta la actualidad estoy realizando labores en el proyecto Habilitación Urbana Santa Genoveva, donde logré llegar al momento que se realizaba la primera etapa.

1.2. Descripción de la empresa

La empresa se llama “Inversiones El Pino”, es una empresa del Perú con más de 30 años en el mercado y con más de 25 mil unidades inmobiliarias traspasadas en el ámbito nacional. Por misión tiene efectuar el desarrollo de proyectos inmobiliarios de uso industrial y vivienda de calidad mayor, con diseños que mejora de cada zona urbana donde se desarrolla y crean de cierta manera ambientes que brinden grandes calidades de vida al cliente. Por visión llega a proponerse alcanzar pertenecer a una de las más importantes empresas del sector

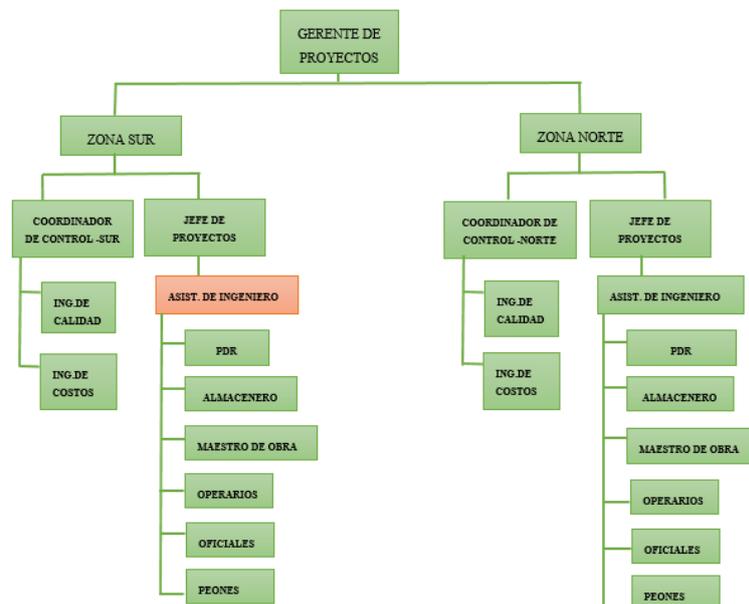
inmobiliario que aporte y mejore en el crecimiento del país, mediante la promoción del crecimiento y bienestar de cada localidad donde lleguen a instaurarse.

1.3. Organigrama de la empresa

En la figura se presenta el organigrama de la empresa “Inversiones El Pino”

Figura 1

Organigrama de la empresa



Nota. Se describe la organización jerárquica de la empresa, donde se denota la división de rangos entre la zona norte y la zona sur, fuente propia.

1.4. Área y funciones desempeñadas

Trabajé por un periodo de 3 años en la empresa Inversiones El Pino, en donde logré desempeñar cargos como Asistente de Ingeniero de Calidad y Producción, teniendo por último cargo el de Ing. de Producción donde poseo las siguientes responsabilidades:

- Elaboración del documento de inicio.
- Planificar, coordinar y ejecutar las actividades diarias de obra.

- Coordinación del empleo de recursos en obra (Mano de obra, material y servicio).
- Elaboración de los Paneles de Ejecución.
- Elaboración del informe semanal y mensual del avance de obra.
- Gestiones del cuaderno de obra, protocolo de calidad y replanteo de planos.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

2.1 Planteamiento del problema

2.1.1 Descripción de la realidad problemática

En la actualidad, debido al aumento poblacional y la necesidad constante de expandirse, llegan a generarse grandes incrementos en la construcción y modificaciones de espacio con el propósito de alojar estructuras de viviendas, o con la finalidad de generar un cambio sobre el empleo de las zonas en la localidad y sus entornos, produciendo modificaciones e incremento sobre la necesidad y mejoramientos en conformidad al servicio de agua potable y alcantarillados existentes en muchos lugares optimizando dichos sistemas. (Barbosa, 2013)

En la región de América, el Perú llega a ubicarse como el séptimo país más poblado, al tener 32 '626,000 habitantes, sin embargo, según indica el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2020), la población sigue creciendo por la gran cantidad de usuarios venezolanos que llegan al territorio debido a los constantes problemas que su país ha atravesado en los últimos años. Este dato lo corrobora Guabloche y Gutiérrez (2020), en donde en su estudio realizado para el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) afirman que la tasa de crecimiento poblacional ha experimentado una desaceleración desde 1990 hasta la actualidad, presentando un promedio anual de crecimiento del 1,6% entre 1993 y 2007 y del 1,0% entre 2007 y 2017. No obstante, se ha evidenciado una interrupción en la tendencia después de 2017, debido al fenómeno migratorio proveniente de Venezuela. Asimismo, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI,2020) informó sobre un saldo migratorio positivo de 698 mil migrantes para el quinquenio 2015-2020, siendo la población venezolana la principal responsable de dicho incremento migratorio.

En Lima, de acuerdo al censo del 2020, llegó a registrar densidades poblacionales de 3977.7 Habitantes/Km² que fue el último realizado en el Perú, cuya proyección al año 2030

tendremos densidades poblacionales de hasta 4571.15 Habitante/Km², generando un incremento en sí de 593.45 Habitantes/Km² y que después de los 10 años llegará a ser mucho más a comparación de esta cifra, dando a entender que en los siguientes años se deben instaurar medidas de necesidad con el propósito de contar con sistemas de agua potable y alcantarillados de diseños óptimos que brinden soporte a las demandas mayores en los próximos años. Por ello, en el Trabajo de Suficiencia Profesional se enfoca la visión en tecnologías empleadas para los mejoramientos y rehabilitaciones de cada red de alcantarillado a fin de brindar soporte a grandes demandas del servicio.

La demanda poblacional en Lima obligó al desarrollo de habilitaciones urbanas nuevas, que en su mayoría son ejecutadas por empresas privadas, como por ejemplo la empresa “Inversiones El Pino”. Las redes de desagüe en estas habilitaciones urbanas son instaladas con tubería de PVC, para el mantenimiento o rehabilitación de dichas tuberías optan por usar el método tradicional, lo que origina malestar en la población aledaña y con ello a una insatisfacción de compra de terreno en dicha urbanización, asimismo gastos adicionales a la empresa que habilitó dicha área.

El método tradicional actualmente es conocido por la cantidad de desechos y residuos que produce, ya que la excavación genera grandes cantidades de tierra, roca y otros materiales que deben ser transportados y eliminados en vertederos, lo que puede generar costos adicionales a la empresa encargada y tener un impacto ambiental significativo. Además, la maquinaria pesada utilizada en el método tradicional consume grandes cantidades de combustibles fósiles, lo que genera emisiones de gases de efecto invernadero y contribuye al calentamiento global. Por ende, sería recomendable optar por la utilización de un método menos agresivo y rentable para el desarrollo de esta clase de proyectos, como lo es el método sin zanjas. (Bravo , 2015)

El Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento nos indica que gran parte del sistema de abastecimientos de agua potable en zonas urbanas logran superar los 60 años de servicio, mencionando entonces que el mismo tiempo de vida llegan a tener los sistemas de alcantarillados en nuestra localidad dado que estos sistemas son construidos de forma paralela a los sistemas de agua para consumo humano. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS] ,2014)

Por consiguiente, la antigüedad de las redes de alcantarillados en Lima Metropolitana y la ampliación de nuevas habilitaciones urbanas a sus alrededores; la presente investigación logrará brindar mayor conocimiento acerca del método sin zanja y tener una alternativa más para emplearlas al momento que se presenten situaciones donde lleguen a requerirse rehabilitaciones de las redes de alcantarillados eficientemente y mitigación de los impactos negativos.

2.1.2. Formulación del problema

2.1.2.1. Problema general. ¿En qué medida mejorará la renovación de tubería de alcantarillado con el método sin zanja en la urbanización Santa Genoveva de Lurín en comparación con el método tradicional?

2.1.2.2. Problemas específicos. ¿Cómo se puede reducir el costo de ejecución para la renovación de la tubería de alcantarillado aplicando el método sin zanja en comparación con el método tradicional?

¿De qué manera el uso del método sin zanja a comparación del método tradicional contribuye con la mejora del impacto ambiental?

2.1.3. Antecedentes

2.1.3.1. Antecedentes internacionales. El estudio realizado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA,2012) sirvió como piloto de evaluación cuantitativa del rendimiento de los revestimientos de tuberías sin zanja, específicamente del revestimiento de tuberías de inyección de resina curada en el lugar (CIPP). El objetivo principal del estudio fue desarrollar protocolos de evaluación que sean técnicamente y financieramente factibles para llevar a cabo estas evaluaciones, y para destacar la necesidad de evaluar cuantitativamente la eficacia de estas tecnologías. Se utilizaron muestras CIPP de alcantarillado de diferentes diámetros de dos ciudades en excelentes condiciones después de haber estado en uso durante 5 a 25 años. Se realizaron pruebas mecánicas y ambientales para evaluar el estado actual de los revestimientos y se concluyó que, en general, los revestimientos evaluados durarán los 50 años previstos para su vida útil. Al final se recomendó una expansión del estudio piloto para crear una base de datos más amplia y para incluir otras tecnologías de rehabilitación de tuberías.

Barbosa (2013) realizó un estudio donde menciona y logra presentar una descripción de múltiples tecnologías sin zanjas que se emplean con fines de rehabilitaciones de las redes de desagüe, también describe los trabajos a realizar, partida por partida que son de suma importancia para realizar la efectuación de las distintas tecnologías sin zanjas. En el estudio menciona y describe las diversas tecnologías sin zanja. Se pudo observar que, en la investigación no llegaron hacer la comparación del método habitual y el método sin zanja, tampoco llegaron a detallar los problemas ambientales, sociales y económicos que estas tecnologías pueden ocasionar durante la ejecución del proyecto.

Por otro lado, Viana (2004) en su proyecto de tesis nos habla de cada técnica constructiva en las tecnologías sin zanja, que se desarrolló en Guatemala, explican los

beneficios que abarcan de varios tipos de tecnología sin zanjas, asimismo llega a presentarse cada limitación, ventaja y desventaja, valores técnicos y costo que este mismo abarca, estas técnicas llegan a emplearse para las rehabilitaciones de una nueva red para alcantarillados. Aunque el estudio logra explicar las tecnologías sin zanja, no llega a realizar un cuadro que compare a la metodología habitual y el método sin zanja en los aspectos de índole económico, ambiental y social que estas dos metodologías implican.

Arriagada (2005) en el desarrollo de su tesis nos habla de la renovación de las tuberías de alcantarillado mediante el sistema de fragmentación neumática o cracking, el cual define al método cracking como la técnica de renovar tuberías in situ, cuando la tubería antigua ya se encuentra deteriorada y se necesita evitar grandes movimientos de tierra, aumentando el diámetro de la red existente y a la vez manteniendo su pendiente. El uso de esta metodología permite desarrollar obras en zonas urbanas densamente pobladas, por ende, con un gran tránsito vehicular en donde el impacto ambiental al desarrollar el método cracking, se reduciría al mínimo. Con dicho estudio se puede entender el uso del método sin zanja, tomando en cuenta la mayor importancia de esta metodología sobre todo en zonas altamente pobladas como es en la ciudad de Lima, donde podemos llegar a mitigar considerablemente el gasto económico y el impacto socio ambiental para la renovación de las redes de alcantarillado.

2.1.3.2 Antecedentes nacionales. Esplana (2018) en el desarrollo de su tesis llegó a concluir que el método llamado “*Pipe Bursting*” disminuye considerablemente las insuficiencias de los sistemas de alcantarillados del proyecto Lima Norte 2. Afirmó que el uso de esta metodología llegaría a producir en un proyecto rehabilitaciones grandemente rentables beneficiando en la economía, reduciendo el tiempo de ejecución y mejorando el aspecto socio ambiental. Podemos observar que las conclusiones de dicha tesis, indica las desventajas y ventajas de la metodología *Pipe Bursting* en aspectos generales y no de forma específica, sin tener el cuadro comparativo de ambos métodos de forma detallada.

Arce (2016) en el estudio realizado para su tesis de grado, desarrolló un análisis de comparación en el sector económico sobre las metodologías sin zanja y la metodología tradicional tomando en cuenta cada proceso constructivo sobre la Optimización de redes de alcantarillados y agua potable: Sectorizaciones, rehabilitaciones de red y actualizaciones de catastro–área de influencias planta Huachipa, áreas de drenajes Comas, Chillón, Lima. Se puede notar que en este estudio llega a concluir que la metodología sin zanja produce beneficios a comparación del método tradicional, pero no hace notar comparaciones integrales y llega a agruparlos en un cuadro comparativo mencionando las diferencias que existe de ambos métodos.

Díaz (2014) en el desarrollo de su tesis nos habla de la aplicación de la metodología “Measured Mile” en el proyecto “Mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado para la Piura-Castilla”, donde explicaba que en la mayoría de los colectores de alcantarillado ya existentes, las pendientes eran demasiado bajas, menores al 5%; las cuales no eran adecuadas para el proyecto, por lo que tuvieron que ser mejoradas y replanteadas utilizando el método tradicional, ya que el método sin zanja tenía limitaciones en mejorar la pendiente en redes ya existentes. En la tesis podemos observar que un limitante de suma

importancia para la aplicación del método sin zanja, es modificar la pendiente de la red ya existente, por la cual optaríamos en recurrir al método tradicional, teniendo en consideración que dicha metodología aún debería perdurar para casos puntuales como los ya mencionados.

2.1.4. Objetivos

2.1.4.1 Objetivo general. Comparar el costo y beneficio ambiental del método tradicional de excavación y el método sin zanja para la renovación de una red domiciliaria de alcantarillado en Lima.

2.1.4.2 Objetivos específicos. Comparar los costos directos de los dos métodos de renovación de la red domiciliaria de alcantarillado (método tradicional de excavación y método sin zanja), incluyendo los costos de mano de obra, maquinaria, materiales, transporte y cualquier otro costo relacionado.

Evaluar el impacto ambiental de los dos métodos de renovación de la red domiciliaria de alcantarillado (método tradicional de excavación y método sin zanja).

2.1.5 Justificación

El presente informe busca justificar la necesidad de renovar, reemplazar o reparar la red de alcantarillado deteriorada, cuyo estado se ha visto afectado por el aumento de la población y la creciente demanda del servicio público en las zonas con mayor concentración poblacional, como es en la Urb. Santa Genoveva. Debido a la alta densidad poblacional, nos vemos en la necesidad de rediseñar las tuberías de alcantarillado, es por ello que los diámetros necesarios para satisfacer el flujo de las aguas residuales tienden a aumentar.

Para abordar este problema, se han propuesto diversos proyectos de renovación, alguno de los cuales han comenzado a implementar tecnologías innovadoras como la metodología sin zanja, también conocida como método sin zanja. Aunque esta tecnología se está utilizando en

algunos proyectos en nuestro país, su aplicación aún es limitada en la renovación de la tubería de alcantarillado. En empresas privadas dedicadas a la habilitación urbana que aún tienen el control de las redes agua potable y desagüe de sus obras ejecutadas , todavía prefieren utilizar el método tradicional para la renovación de las redes de alcantarillado , debido a la falta de conocimiento y personal capacitado en la tecnología del método sin zanja, claro está que al transcurso del tiempo estas obras de saneamiento serán entregadas a una empresa estatal como lo es Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de lima (SEDAPAL) , que al realizar obras de renovación y rehabilitación de tuberías de alcantarillado , aun optan por usar el método tradicional en algunas partidas, como es la renovación de la conexiones domiciliarias, dejando de lado las consecuencias socio ambientales que podría ocasionar.

Al comparar las ventajas y desventajas de ambas metodologías, se pueden tomar decisiones adecuadas para proyectos futuros. Aunque el método tradicional ha sido utilizado durante muchos años y sigue siendo utilizado en la actualidad, es momento de considerar nuevas metodologías como el método sin zanja. Países como EE.UU., Colombia y España han logrado mitigar muchos de los problemas asociados a la renovación de la tubería de alcantarillado utilizando este método, y podríamos tomarlos como ejemplo. Además, se debe considerar la medición de la reducción de la contaminación ambiental y la evaluación del malestar poblacional para evaluar el éxito de la implementación de estas metodologías innovadoras en proyectos de renovación de alcantarillado.

2.1.6. Hipótesis

2.1.6.1 Hipótesis general. El uso del método sin zanja reduce en gran medida la contaminación ambiental y el gasto económico, en comparación del método tradicional en la urbanización Santa Genoveva, distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima.

2.1.6.2 Hipótesis específicas. El uso de método sin zanja demanda un menor costo de ejecución a comparación del método tradicional que requiere de muchas partidas.

El método sin zanja permitirá eliminar menor material excedente y cuidar el medio ambiente a comparación del método con zanja.

2.2 Marco Teórico

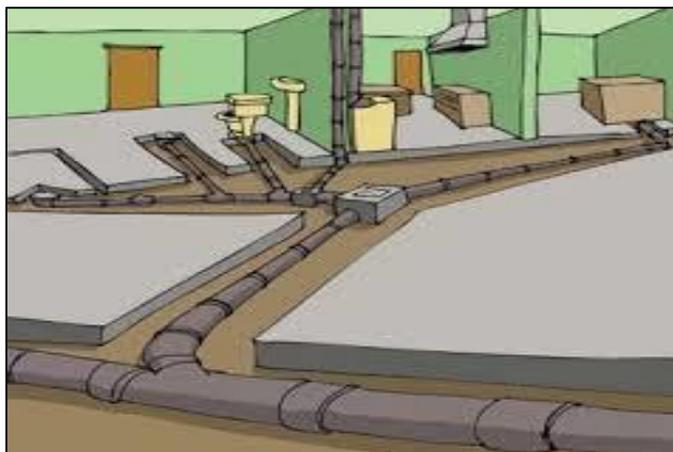
2.2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.2.1.1. Alcantarillado. Los sistemas de alcantarillados, se basan en ser series de tubería y obra complementaria, con el propósito de brindar el recibimiento y evacuación del agua residual de las poblaciones y las escorrentías superficiales producidas por las lluvias. Al no estar presentes estos recolectores de agua, llega a ponerse en riesgo la salud de los habitantes tras la existencia de riesgo de alguna enfermedad epidemiológica y, de igual manera, lograrían causar pérdidas de materia prima. (López, 2003)

En la figura 2 se logra visualizar una red de desagüe, detallando las múltiples divisiones que tiene en su estructura para lograr un flujo controlado en la red.

Figura 2

Circuito de desagüe domiciliario



Nota. Adaptado de *instalación sanitaria domiciliaria*, por Figueroa,2009, https://www.bivica.org/files/ag_alcantarillado.pdf .

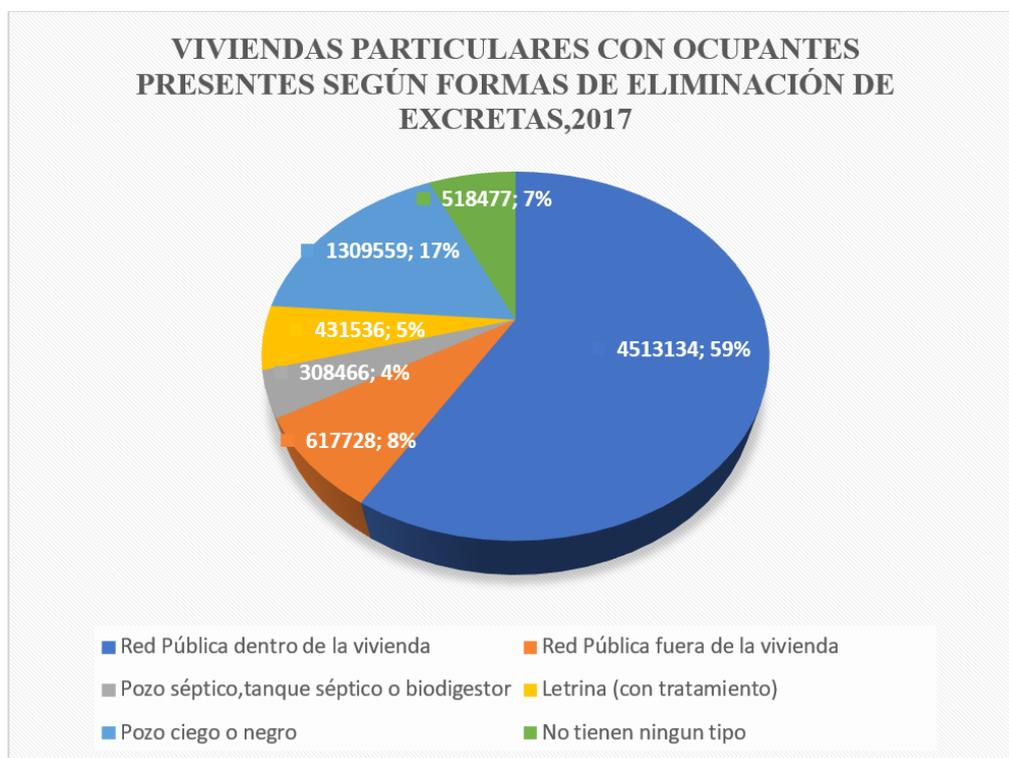
2.2.1.2. Disponibilidad del servicio higiénico. Los accesos a una vivienda en particular llegan a tener de disponibilidad un área para la eliminación de excretas permitiendo que la zona llegue a estar limpia y sana, brindando seguridad y reserva.

De acuerdo con el INEI, el 66,6% de viviendas en particular logran tener disposición de los servicios de alcantarillados por redes públicas (el 58.60% cuenta con servicio higiénico conectado a redes públicas de desagües dentro de las viviendas, fuera de las viviendas un 8.0%), además tiene que considerarse que un 26,6% hace uso de pozos sépticos, pozo ciego, tanque séptico o letrinas, y un 6,7% no cuenta con servicios higiénicos (INEI,2017). Sumando los 2 en grupo el 33.3% de las viviendas, no llegan a disponer de adecuados sistemas de expulsión de excretas, poniendo en peligro de manera directa a la salud de los usuarios al contribuir en contaminar las fuentes de agua que se necesitan con el propósito de ser consumidas.

En la figura 3 se presentan las diferentes disponibilidades de eliminación de excretas en el Perú, ideales para detallar más a fondo la disponibilidad del servicio higiénico en la región.

Figura 3

Viviendas con servicio de alcantarillado



Nota. Adaptado de *Perú: Viviendas particulares con ocupantes presentes según formas de eliminación de excretas*, Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017, Perú: Censos Nacionales de Vivienda y Población.

2.2.1.3. Tuberías de desagüe

A. Asbesto y cemento. Antiguamente las tuberías para el uso de las redes de alcantarillado eran de asbesto cemento, muy rígido y pesado, teniendo la necesidad de contar con precisiones al empalmarlos. En el transcurso de cada periodo, los salitres y las humedades llegan a dañar los tubos de asbesto cemento dándole así un menor tiempo de vida útil, también no recomiendan su uso para tuberías de agua potable por el alto grado de carcinógenos. (Chafloque, 2014)

B. Policloruro de vinilo (P.V.C). El PVC son termoplásticos obtenidos mediante las polimerizaciones de Cloruros de Vinilos (CV). Estos materiales tienen elevadas resistencias químicas, necesarias por los permanentes contactos con materiales ya descompuestos, de igual manera elevadas tolerancias a componentes altamente alcalinos y ácidos. En tal sentido, llegan a tener resistencias a las corrosiones, este tipo de materiales llegan a ser inmunes a cualquier tipo de corrosión que han sido experimentados en un tipo de sistema de tubería subterránea, el tiempo de vida útil no es menor a 50 años.

Respecto al tubo de drenajes y alcantarillados (con línea de saneamientos, no sobre instalación en edificaciones), llega a tener las siguientes clases:

CLASE SDR-051 – SN 02 [Rigidez 2.0(kN/m²), Serie 25]

CLASE SDR-041 – SN 04 [Rigidez 4.0(kN/m²), Serie 20]

CLASE SDR-034 – SN 08 [Rigidez 8.0(kN/m²), Serie 16.7]

Los valores SN hacen referencia a las rigideces nominales en kN/m², de acuerdo con NT ISO 9969 al usar este tubo llega a requerirse la manipulación de la Unión Flexible (UF); contribuyendo uno de los atributos complementarios en las descripciones de los bienes. (Oshiro,2012)

En la figura 4 se presentan tuberías de desagüe hechas de PVC, las cuales son ideales para transportar el flujo sanitario proveniente de los domicilios hasta el sistema de colectores.

Figura 4

Tubos de PVC-para alcantarillado



Nota. Adaptado de *tubería de PVC para redes de alcantarillado*, Tuvacomsa,2023, Catalogo de tubos de PVC.

C. Polietileno de alta densidad (P.E.A.D). Son polímeros termoplásticos conformados por unidades iterativas de etilenos. Denominados como polietilenos de altas densidades (PEAD) o High Density Polyethylene (HDPE). Concluyendo que estos mismos son empleados con el propósito de generar el transporte del fluido de agua, salmueras, agua residual y alcantarillados. (Sistema Informático de Monitoreo de Expedientes [SIMEX],2013)

Son materiales flexibles ajustadas a cada condición que llegan a tener los terrenos en los procesos de instalaciones, teniendo un 2.00% de negro de humos protegiéndolos del rayo de sol, altas resistencias a los impactos resistiendo el aplastamiento sin ruptura (SIMEX,2013).

Resistentes a cualquier agente químico encontrado de manera natural en la superficie, no son conductores eléctricos y no llegan a pudrirse, llega a oxidarse o corroerse por acciones electrolíticas, no generan los crecimientos de alga, bacteria u hongo siendo resistentes a los ataques biológicos marinos. No tienen resistencia al agente oxidante como ácidos nítricos, ácidos sulfúricos fumantes, peróxido de hidrógenos o halógeno. (SIMEX,2013)

Llega a tener presencia de propiedad mecánica como las rigideces, durezas y resistencias a las tensiones debido a la existencia de grandes densidades. Cuenta con excelentes resistencias a los impactos y a las abrasiones. (SIMEX,2013)

Para conducción de desagüe a flujo libre que deberán acatar la normativa ISO-8772/2009, y serán de las siguientes clases (ISO 9969:2011), de acuerdo con la profundidad de instalación:

Para profundidades entre 5.01 y hasta 7.00 m, SDR 21, Clase SN-8 (Rigidez 8 kN/m²)

Para profundidades entre 3.01 y hasta 5.00 m: Clase SN-4 (Rigidez 4 kN/m²), SDR 26

Para profundidad de 3.00 metros: Clase SN-2 (Rigidez 2 kN/m²), SDR 33

(Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima [SEDAPAL],2019)

En la figura 5 se presentan tubos de Polietilenos de altas densidades, en donde se puede apreciar a simple vista su diferencia con respecto a los tubos de PVC.

Figura 5

Tubo de Polietilenos de altas densidades para desagüe



Nota. Adaptado de *Tubos de polietileno de alta densidad para redes de desagüe*, Tigre,2019, Revista Constructivo.

2.2.1.4. Tuberías de polietileno para el uso del método sin zanja. La tubería de polietilenos llega a emplearse mediante la metodología sin zanja dado que es una tubería flexible e ideal para su instalación, dado esto llega a analizarse cada característica perteneciente a este material, de igual forma el tipo y como llegan a emplearse. (Ojeda,2015)

Los compuestos de estos materiales plásticos proceden de una fracción de los petróleos. Los polietilenos son polímeros termoplásticos que se obtienen mediante las polimerizaciones de los etilenos, haciendo uso de altas presiones y peróxido como catalizador. (Ojeda,2015)

A. Características de las tuberías de polietileno. Incluso cuando lo que caracteriza a una tubería de polietilenos varían de acuerdo a los procesos de polimerizaciones, en su mayoría estos son materiales sólidos, termoplásticos, blandos de pequeño espesor, flexibles, inodoros, no tóxicos, translúcido y menos densos que el agua. Los polietilenos son plásticos grandemente inertes y resistentes frente al ataque químico. Una característica es su elevada resistencia a las corrosiones, poseyendo elevados coeficientes de dilataciones térmicas. (Balairón ,2008)

La tubería de polietileno llega a tener un periodo de vida superiores a 50 años. Asimismo, se realizaron investigaciones que llegan a afirmar que las durabilidades sobre las instalaciones actuales con polietilenos pasarán los 50 años, esperando que alcance una vida útil de 100 años aproximadamente. (Balairón ,2008)

También podemos mencionar que estas tuberías de polietileno brindan muchas ventajas, como su flexibilidad, que facilita que las tuberías logren acomodarse a cada condición de la superficie terrestre, también puede doblarse en frío al ser manipuladas en obra y puede generar permutaciones en las direcciones al emplear cantidad mínima de accesorios; las altas resistencias y durezas, permite tener resistencia a las presiones internas por cursos largos y también la resistencia frente a las cargas externas; es un producto reciclable, por lo que ayuda

a cuidar nuestro ambiente; además que cada unión que llega a emplearse para este material es por termofusiones y electro-fusiones.

Debido a la flexibilidad que presenta este material, tiene un buen proceder en áreas grandemente sísmicas; evita las erosiones del suelo y de cierta manera los hundimientos de una vía, a causa de la exfiltración y es resistente al ataque agresivo de los suelos y aguas. Por otro lado, las características del polietileno evitan que se oxide, pudra o que se forman tubérculos. Además, sus bajos coeficientes de fricciones y las bajas rugosidades aminoran la caída de presiones por longitudes, de esa manera podemos diseñar los tubos con menores diámetros y equipos de menor capacidad, con ello aminorar costos. Por último, se destaca que el agua logra ser congelada en las tuberías sin producir ningún daño y su peso es liviano, con densidades comprendidas de 0.930 a 0.960 g/cm³, facilitando de cierta manera la manipulación de la misma y a la hora que se requiera transportar. (Balairón, 2008)

En la tabla 1 se presentan las diferentes densidades de cada material.

Tabla 1

Comparación de densidades

<i>Densidad de los materiales</i>	
Densidades (g/cm³)	Materiales
2.700	Aluminio
7.800	Aceros
1.200-1.400	PVC
1.000-1.200	PC
0.900-1.000	PE
0.900-2.300	Plástico

Nota. Cada material posee una densidad diferente que hay que tomar en cuenta al momento de escoger la tubería ideal para un sistema de alcantarillado según las condiciones en las que se encuentre el terreno. Adaptado de *propiedades comunes de los polímeros y algunos metales*, por Cianciosi ,2014, <https://www.frlp.utn.edu.ar/materias/qaplicada/polimeros.pdf>.

De cierta manera puede utilizarse el radio de curvatura máximo (20°C) de la tabla siguiente; para instalaciones a 0°C, este radio de curvatura es 2,5 veces mayor. (Balairón, 2008)

En la tabla 2 se presenta cada radio máximo de curvaturas, en los tubos de polietileno.

Tabla 2

Radios máximos de curvatura

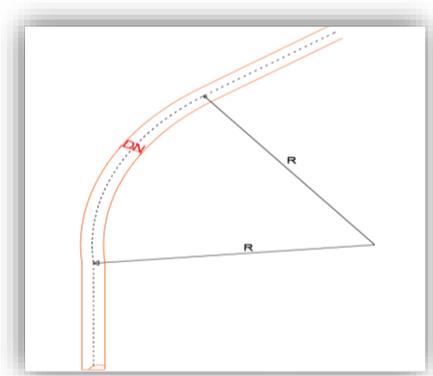
	Radios máximos de curvatura, R		
	PE 100	PE 80	PE 40
25.00	20xDN	20xDN	
20.00	20xDN	20xDN	
16.00	20xDN	20xDN	
PN(kg/cm²) 10.00	20xDN	20xDN	20xDN
6.00	30xDN	20xDN	20xDN
4.00	50xDN	30xDN	20xDN

Nota. Según vaya cambiando el tipo de tubería (en este caso PE), se adaptan nuevos radios de curvatura. Adaptado de *Radios máximos de curvatura, en los tubos de PE*, por Bailaron,2008, manual técnico de tuberías de polietileno.

En la figura 6 se presenta el radio máximo de curvatura (R) de un tubo de polietileno, denotando el límite a tomar en cuenta al momento de realizar la instalación del sistema sanitario.

Figura 6

Radio de curvatura (R) de PE



Nota. Adaptado de *radio de curvatura R en tubos de PE*, por Bailaron, 2008, manual técnico de tuberías de polietileno.

B. Tipos de tubería de polietilenos. Los polietilenos llegan a clasificarse de forma generalizada en 3 tipos en conformidad a sus densidades:

B1. Polietilenos de altas densidades. Obtenidas mediante las polimerizaciones de los etilenos a baja presión. Siendo polímeros con densidades mayores a 0.950 g/cm^3 . Cada tubería de polietileno con altas densidades, se clasifican como PE 100, denominadas de otra manera como polietilenos de altas densidades (PEAD) o high density polyethylene (HDPE). (Balairón, 2008)

B2. Polietilenos de medianas densidades. Son polímeros con densidades de alrededor de 0.930 y 0.950 g/cm^3 . Una tubería de polietilenos de medianas densidades, se clasifican como PE 80.

B3. Polietilenos de bajas densidades. Obtenidos al momento de realizar las polimerizaciones de los etilenos a alta presión. Su densidad comprende alrededor de 0.910 y 0.930 g/cm^3 . Una tubería de polietilenos de bajas densidades, se clasifican como PE 40.

C. Usos que se les da a las tuberías de polietileno. Se les puede dar diferentes tipos de uso a las tuberías de polietileno debido a sus excelentes propiedades que este posee. Cada año aumenta el uso de este material en cada país del mundo en diversas actividades. En el sector europeo más del 50.00% emplean este tipo de tubería para transportar agua potable y residual en una obra civil. (Balairón, 2008)

Según indicó Balairón (2008), los distintos usos al emplear este tipo de tubería son los siguientes:

- Instalaciones sin apertura de zanja.
- Sistema de dragados.

- Drenaje submarino.
- Transportes de: afluyente de los petróleos, en las refinaciones y en un complejo petroquímico.
- Transportes de materiales sólidos.
- Para alcantarillados sanitarios, pluviales, combinados y descargas industriales.
- Tubería para sistemas para riegos.
- Tubería de gas.
- Conducciones de agua residual.
- Instalación de agua potable.

2.2.1.5 Tipos de soldadura. Para unir cada tubo de polietileno hay distintas metodologías a emplearse donde en su mayoría llegan a ser: Soldaduras a topes por termofusiones; soldaduras por electro-fusiones; uniones por junta elástica (tubo estructurado); uniones mediante la brida y uniones a través de un accesorio mecánico.

Respecto a cada unión mencionada, la unión térmica tanto por electro-fusiones o a topes llegan a ser en gran parte las más empleadas en la actualidad, garantizando uniones resistentes a las tracciones, asimismo es un tipo de unión económico.

Las uniones que se mencionaron, se realizan por termofusión o electro-fusión, garantizando uniones resistentes a las tracciones, asimismo es un tipo de unión económica. (Balairón, 2009)

Tener en cuenta que solo llegan a unirse cada tubo Polietileno (80 y 100) a través de soldaduras térmicas, asimismo el tubo Polietileno 40 llega a ser unido a través del empleo de accesorios de tipo mecánico. (Balairón, 2009)

Durante 40 años se vienen utilizando las uniones de tipo térmico, dado que tienen particularidades termoplásticas sobre el polietileno interesantes para las conducciones de gas y agua.

El correcto procedimiento en las uniones térmicas identifica un trabajo de calidad, por ello se necesita operarios calificados y maquinaria en buen estado. Ambos métodos llegan a ser simplificados al momento de ser manipulados, en caso no lleguen a cumplirse debidamente cada procedimiento de soldaduras, se obtendrán un tipo de unión de apariencia buena, siendo en realidad uniones defectuosas produciendo deficiencias cuando la tubería entre a servicio o funcionamiento. (Balairón, 2009)

A. Soldaduras por electro-fusiones. Una soldadura por electro-fusiones se enfoca en unir los tubos de polietileno pasando corrientes eléctricas a bajas tensiones con alrededor de 8 V y 48 V de acuerdo a los modelos del equipo, a través de las espiras metálicas se origina calentamientos a raíz de los efectos Joule por las soldaduras. (Balairón ,2009)

Estos tipos de soldaduras llegan a emplearse para producir las uniones de tubo de polietileno de medianas y altas densidades, Polietileno 80 y polietileno 100 con un rango que va desde 20 a 800 mm de DN.

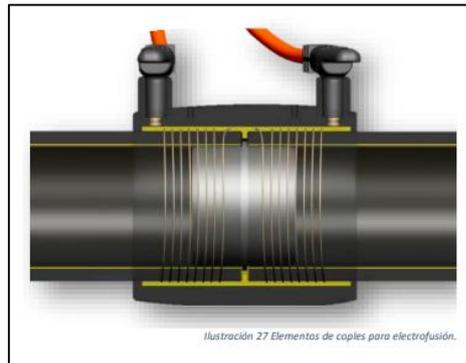
La electro-fusión en las tuberías de polietileno nos ayuda a tener una unión homogénea, siendo seguras, económicas y muy eficaces. Cada área que abarca la soldadura de los tubos es amplia, asegurando que los tubos resisten cada presión tanto alta y una mayor resistencia a la fuerza por tracción, mucho mejores a los que resisten los propios tubos. Esta no llega a requerir en los procesos movimientos longitudinales de los tubos siendo esto una gran ventaja, volviéndose ideales con el propósito de realizar algún tipo de instalación que sea complicada, reparación e instalación de acometida. Además, las soldaduras por electro-fusión generan las

uniones del tubo de PE 80 y PE 100, inclusive cada tubo de variado espesor, ventajas que no tiene al emplearse soldaduras a termofusiones. (Balairón,2009)

Se presenta a continuación la unión por electro-fusión, de dos tubos de polietileno.

Figura 7

Unión por electro-fusión



Nota. Adaptado de *en qué consiste la soldadura por electrofusión para tuberías*, por Icochea, 2020, Innovación en Geosintéticos y Construcción.

Para introducir cada dato de soldaduras al equipo se logra hacer a través del equipo manual o automático. Donde los equipos manuales los operadores introducen cada dato manualmente que son obtenidos por el accesorio, pero en cambio los equipos de tipo automático llegan a ser definidos por las máquinas, debido a que este equipo logra un reconocimiento de los accesorios que llegaron a conectarse y lee de manera automática los tiempos por fusiones, teniendo en consideración demás constituyentes como las temperaturas del ambiente. (Balairon,2008)

El equipo automático tiene lápices de rayos infrarrojos empleados con el propósito de poder dar lectura a los códigos de barra pertenecientes a cada accesorio, también logran identificar los diámetros, tiempos por calentamientos y enfriamientos, temperaturas y amperajes de acuerdo a los tipos de accesorios. (Balairon,2008)

El beneficio de usar los equipos automáticos es eliminar los errores humanos, debido a que cada parámetro, lo controlan de manera directa las máquinas y al existir problemas, anuncia los mensajes a errores. (Balairon,2008)

Ciertas máquinas tienen un sistema de almacenamiento electrónico de información, permitiendo almacenar en sus memorias cada dato respecto a las uniones y de igual forma la fecha, operadores, dato sobre las instalaciones, y demás. Seguidamente se puede trasladar toda esta información a una computadora, con el fin de poder tener un control estadístico y poder facilitar el trabajo a muchas empresas y puedan ubicar el problema de forma más rápida. (Balairon,2008)

En la figura 8 se presenta una máquina de electrofusión utilizada para la unión de tuberías por este método.

Figura 8

Máquina de electrofusión



Nota. Adaptado de *Equipamiento, máquinas de electrofusión, IWIA tuberías y equipamiento hidraulico,2020, catálogo de equipos de electrofusión.*

Balairón (2009) indicó que las ventajas que tiene la utilización del método de electrofusión son las siguientes:

- Se pueden unir tubos de diferentes espesores.
- Su aplicación es para tubos de PE 100 y PE80.
- El tiempo de instalación es corto y es fácil de realizar.
- Las uniones son duraderas y seguras.
- No hace falta producir movimientos del tubo para realizar las uniones.
- Ideales con el fin de efectuar las uniones en circunstancias complejas.
- Es uno de los sistemas idóneos a fin de emplearse para reparaciones.

Causas por las que falla:

- Por una incorrecta introducción del voltaje.
- Por no haber esperado el cumplimiento del tiempo de enfriado.
- Por no haber utilizado los alienadores.
- Cuando se hacen cortes inadecuados sobre las tuberías.
- Incorrectas introducciones de los tiempos en las máquinas.
- Debido a la interrupción del ciclo de fusión.
- Por no raspar bien los tubos.
- Movimiento durante la fusión.
- Tensiones de los grupos electrógenos incorrectos.

B. Soldadura por termofusión. Al igual que la electrofusión, la soldadura por termofusión llega a emplearse para las uniones de los tubos de polietileno de 80 y 100. Basados en producir calentamiento en las áreas de cada parte que quiera unirse, a las temperaturas de fusiones con placas calefactoras llegan a unirse mediante aplicaciones de presiones, con

acciones mecánicas o hidráulicas en consideración a los tamaños de las tuberías. (Balairón, 2009)

Los estudios que se realizaron por Hoechst-AG, en la ciudad de Frankfurt, afirmaron que no llegó a producirse algún resultado de negatividad en el transcurso del tiempo sobre los comportamientos de cada unión que se realizaron para unir el polietileno al usar estas placas calefactoras en un rango de temperatura de 190°C y 260°C. (Balairón ,2009)

En la figura 9 se presenta la unión de dos tubos de polietileno, utilizando la soldadura por termofusión aplicada en obras de ingeniería, donde las condiciones son mucho más hostiles y a gran escala.

Figura 9

Unión por soldadura a tope



Nota. Adaptado de *Unión por soldadura a tope*, por Balairón, 2010, Soldadura térmica en tuberías de polietileno.

La diferencia entre la termofusión y la electrofusión es el método que se usa para aplicar (calores). La termofusión realiza uniones permanentes y muy eficaces, también llega a ser económico con respecto a las uniones de tipo térmico. Comparadas con las electro-fusiones, para unir tubos de polietileno tienen que tener los mismos espesores a fin de generar la aplicación de los sistemas termofusiones. (Balairón ,2008)

Para la termofusión existen variedades de maquinarias, siendo en su gran parte más moderna, automática y llegan a contar con mayor herramienta para su uso, pero estas máquinas deben acatar, en los diferentes casos a encontrarse, cada especificación en conformidad a la normativa ISO-012176.

Las máquinas de tipo moderno ya tienen de por sí avance tecnológico, al igual que el lector de banda magnética, encargados de realizar la identificación de todos los valores del parámetro de fusión. También, llegan a detectar cada error en el procedimiento de soldadura al hacer el registro del error en memorias de almacenamiento, como también se puede registrar otros datos del proceso, para que luego se pueda pasar estos datos tomados en campo a un ordenador y de esa manera llevar registros estadísticos. (Balairón, 2008)

Podemos encontrar diversos tipos de máquinas para la realización de soldadura a tope. De acuerdo a las disponibilidades en los mercados se procurará emplear maquinaria que cumpla con los siguientes requisitos:

Disponer de lectores de bandas magnéticas ayudará a la captación por medio de tarjetas específicas de la información establecida en cada parámetro de fusión.

Posibilidades de efectuar la detección y registros como errores en las soldaduras que el tubo haya sido liberado de la mordaza de fijaciones antes de realizar la finalización completa de los ciclos por soldaduras, o al existir suspensiones eléctricas en los procesos de fusión.

Está equipada con memorias capaces de generar el almacenamiento de valores de grandes números de unión (desde 250 a más) a fin de que después realizar las volcaduras en el ordenador cada información de necesidad sobre soldaduras (trazabilidades). (SEDAPAL, 2019)

En la figura 10 se presentan máquinas manuales de termofusión, utilizada para la unión de diferentes tuberías de alcantarillado por este método.

Figura 10

Máquina manual de termofusión



Nota. Adaptado de *tipos de máquina de soldar a tope*, por Balairón, 2010, Soldadura térmica en tuberías de polietileno.

A continuación, en la figura 11 se presenta máquinas automáticas de termofusión, utilizadas para un desempeño más prolijo y simplificado al momento de optar por este método en el proceso de unión de tuberías para sistemas de alcantarillados.

Figura 11

Máquina automática de termofusión



Nota. Adaptado de *máquina de termofusión BASIC 250*, por Icochea, 2020, Innovación en Geosintéticos y Construcción.

El equipo que se utiliza para realizar la unión térmica llegará a depender de los diámetros de las tuberías que son empleadas. La ventaja que nos da al realizar las uniones por termofusiones, es lograr las uniones de 2 tubos de forma directa de ambos, pero en las electro-

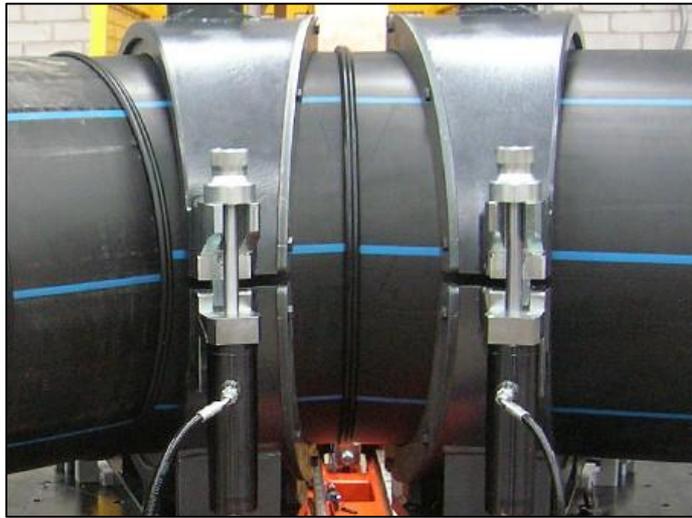
fusiones no llegan a unirse de manera directa cada tubo, puesto a que se necesita la manipulación de manguitos para uniones. Una de sus desventajas, se puede identificar al no poder unir 2 tubos de diferentes materiales y también de diferente espesor. (Balairón, 2008)

Al desarrollo de las termofusiones, de diferentes casos las presiones que llegan a transmitirse a cada tubo para poder acoplarlos son con presiones a 0.15N/mm^2 a ritmos constantes. Esta presión constante llega a ser la misma para la unión del tubo PE80 y PE100. Las segundas constantes son las superficies de las máquinas de soldadura, la constante llegará a depender de las máquinas a emplearse. Las únicas variables son las superficies de las secciones de cada tubo a acoplar, dependiendo de los diámetros y espesores de los tubos, determinante para cada diferente presión de los tubos. (Balairón, 2008)

Las inspecciones visuales son formas de control de las soldaduras en obras, las cuales son grandemente valiosas y son empleadas con el propósito de generar la detección de algún defecto como desalineación, poro o inclusión, pero los correctos cordones no aseguran alcanzar mejores propiedades de tipo mecánica.

Para la correcta inspección del control de la soldadura en obra se verifica de manera visual, llegando a ser importante y empleada con el propósito de poder descubrir ciertos desperfectos en las uniones como son las desalineaciones, poro o inclusión, ya que el correcto cordón nos puede asegurar las buenas propiedades mecánicas. (Balairón ,2008)

En la figura 12 se presenta la unión correcta de dos tubos de polietileno de alta densidad por termofusión, destacando la simetría al momento de realizar el proceso con la máquina.

Figura 12*Soldadura de tubos de PEAD*

Nota. Adaptado de *soldadura de tubos de PEAD*, COLINDUSTRIA,2022, método de termofusión.

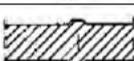
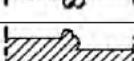
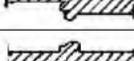
Si en caso contrario podemos observar que la soldadura salió defectuosa, entonces debemos cortar cada extremo del tubo y proceder a la realización de nuevas soldaduras.

Con el propósito de prevenir el logro de defectuosas soldaduras, hay que cuidar las alineaciones de cada extremo del tubo, se debe tener constante limpieza para cada extremo del mismo y las placas calefactoras, también un adecuado uso de la máquina al ser manipuladas por los operarios.

Considerar que cada parámetro de las soldaduras por termofusiones son las presiones, tiempo y temperatura. Llega a ser importante precisar de manera correcta si queremos conseguir uniones fiables y duraderas. (Balairón, 2008)

En la figura 13 se presenta diferentes casos de soldadura por termofusión.

Figura 13*Distintos casos de soldadura*

Aspecto	Comentario
	Cordón redondeado Soldadura correcta
	El cordón es demasiado estrecho y largo Exceso de presión
	El cordón es muy pequeño Presión insuficiente
	Hendidura profunda en el centro del cordón Temperatura insuficiente o tiempo de transición demasiado largo
	Desalineamiento La desviación máxima permitida es del 10% del espesor de la pared
	Diferente tamaño de cordón Materiales con diferentes temperaturas de fusión

Nota. Al momento de realizar la soldadura, es importante tomar en cuenta distintos factores para poder realizar una unión correcta y sin detalles que puedan afectar más adelante. Tomado de “Procedimiento de soldadura”. Adaptado de *diferentes casos de soldadura por termofusión*, por SEDAPAL, 2018, instalación de tubería con el método sin zanja.

2.2.1.6. Método sin zanja

A. Historia del método sin zanja. La metodología sin zanja llegó a desarrollarse en primera instancia por el Reino Unido a fines del año 1970 por Sons y DJ Ryan acompañado de British Gas, generando el reemplazo de diámetros mínimos, 3 y 4 pulgadas, de una red de distribuciones de gas. Esta metodología llegó a ser patentada en Estados Unidos (1986) y Reino Unido (1981). (American Society of Civil Engineers [ASCE] ,2006)

Esta metodología llegó a instaurarse en primera instancia, con el propósito de sustituir cada línea de distribución de gas de: hierros fundidos, más adelante llegó a emplearse a fin de generar un reemplazo del agua y la red de alcantarillados. En 1985, los procesos llegaron a desarrollarse constantemente, con las instalaciones de hasta 16 in (40 cm) para diámetros

exteriores con tubería de medianas densidades de polietilenos en red de alcantarillados. (ASCE, 2006)

En Perú llegó a emplearse para sustitución de tubería de red de agua y alcantarillados por la metodología sin zanja, realizado en 1997, en Breña. Mediante la ejecución de investigaciones, donde llegaron a mencionar que este distrito tuvo una aproximación de 74 kilómetros de tuberías de red de agua, donde 57 kilómetros (77.00%) llegaron a requerir ser reemplazadas o rehabilitadas, además 6.40 kilómetros llegaron a reemplazarse a través de la metodología sin zanja. De igual manera, los sistemas de red de alcantarillados tenían 72 kilómetros, donde sólo 11 kilómetros (15.00%) llegaron a requerir ser reemplazados o rehabilitados, donde 4.200 kilómetros llegaron a reemplazarse a través de sin zanja. (SEDAPAL,2013)

B. Definición del método sin zanja. El método sin zanja es una tecnología, el cual viene a ser una metodología de sustitución de tubería, sin generar el retiro de las tuberías antiguas y tampoco hacer uso de las partidas de excavación de zanja, eliminación de material, reposición de asfalto, etc. Llega a emplearse cabezales para cortes o fracturas con el fin de quebrar las tuberías antiguas, mediante desplazamientos mecánicos, sustituyendo la tubería antigua por una tubería nueva de componentes adosados posteriormente a los cabezales. La nueva tubería a instalar debe contar con mismos diámetros o un diámetro mayor. (International Pipe Bursting Association [IPBA], 2012)

Las tuberías de temporada antigua son fragmentadas e incrustadas en los suelos circundantes por las acciones intrusivas de los cabezales. El método sin zanja llega a requerir pozos de lanzamientos y uno por llegadas. (IPBA, 2012)

Los extremos posteriores de los cabezales de rupturas están conectados a las nuevas tuberías y los extremos delanteros están conectados a cables o varillas de tracciones. Los

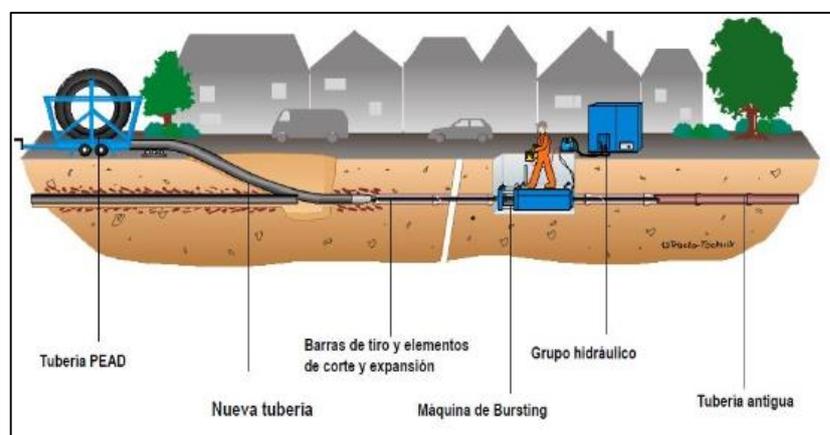
nuevos tubos y los cabezales llegan a introducirse desde los pozos de inserciones, y los cables o varillas de tracciones mediante las fosas receptoras. Las energías que provocan las herramientas de ruptura avanzan con el propósito de generar el rompimiento de los tubos antiguos, proviniendo de las tracciones por los cables o la varilla. Estas potencias se convierten en fuerzas de fracturaciones en las tuberías antiguas, rompiéndose y expandiéndose, pasando las nuevas tuberías. (IPBA, 2012)

Las partes delanteras de los cabezales de rupturas son grandemente más pequeños que los diámetros de las tuberías ya existentes, con el propósito de darle mantenimiento a las alineaciones y a fin de dar garantías a explosiones uniformes. Las bases de los cabezales rupturistas son mayores que los diámetros interiores de las tuberías antiguas a fin de lograr fracturarse. Llegan a ser un poco más grandes que los diámetros exteriores de las tuberías a fin de lograr reemplazarlos y producir reducciones de las fricciones en las nuevas tuberías proporcionando espacios con la finalidad de maniobrar los tubos. (IPBA, 2012)

A continuación, se presenta las renovaciones de la tubería mediante el método sin zanja, detallando cada uno de los elementos que se tienen presentes al momento de realizar el proceso.

Figura 14

Ilustración del proceso del método sin zanja



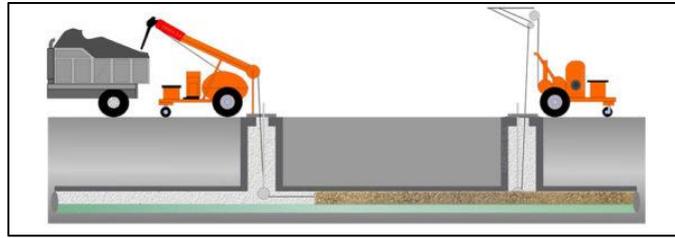
Nota. Adaptado de *Ilustración del proceso del método sin zanja*, por Mínguez, 2015, métodos de excavación sin zanja.

C. Limpieza de colectores con máquina de balde. Son actividades de conservación correctivas y preventivas que llegan a programarse, se desarrolla al momento que las redes llegan a estar colmatada por la que se tienen que realizar la limpieza total. El desarrollo de la partida de limpiezas de las redes de alcantarillados con máquinas de baldes, cuentan con 2 equipos: Las máquinas limpiadoras y las jaladoras; los cuales para iniciar el desarrollo de dicha partida llega a ser de necesidad generar la unión de cada cable de estas máquinas colocadas por medio de 2 tipos de buzón aledaños con la finalidad de que se pueda dar inicio a los procesos de arrastres, desplazamientos y quiebres de los materiales sedimentados que se encuentra en las redes de alcantarillado. Para poder unir ambas máquinas por medio de 1 buzón al otro, haciendo uso de varillas flexibles de fibras, las cuales, por sus durezas y flexibilidades, nos ayuda a quebrar las sedimentaciones hasta en zonas represadas, consintiendo de esa manera unir ambas máquinas. Consintiendo analizar y realizar la evaluación en ciertos casos como se encuentra las tuberías debido que al retirarse dichas varillas los colores de los materiales empujados (marrones/barros) llegan a ser importantes para la determinación de las caídas de los techos de las tuberías. Al haber unido cada cable, se da inicio a la limpieza del alcantarillado; utilizando para ello múltiples elementos. (Chumpitaz,2015)

A continuación, se muestra el Esquema del sistema de limpieza con la máquina de balde.

Figura 15

Limpieza con la máquina de balde



Nota. Adaptado de *limpieza y mantenimiento de alcantarillado con la máquina de balde*, Fareco, 2021, catálogo de máquina de balde.

D. Inspecciones televisivas de las redes de alcantarillados. Las inspecciones televisivas enseñan videos de los estados interiores de la tubería para alcantarillados, posterior a ello las limpiezas con máquina de balde para después inspeccionar de forma televisiva y visualización de los resultados de las limpiezas por máquinas de balde y de cierta forma realizando la identificación de donde se sitúa cada conexión domiciliaria. (Herrera,2020)

En la figura 16 se presenta la inspección de la televisiva de un colector de desagüe, en donde se aprecia con más detalles cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado mediante la utilización de una cámara especializada para esas labores.

Figura 16

Vista de la inspección televisiva



Nota. Adaptado de *inspección televisiva de la red de desagüe*, SEDAPAL, 2015, inspección de las tuberías de desagüe.

E. Winche o Hydroguide: Este tipo de equipos mecánicos son los encargados del mantenimiento alineado de las tuberías nuevas que va integrarse por la metodología sin zanja, cada equipo usa cables que ingresan por las tuberías existentes por sus extremos y llegando a los demás extremos a fin de poder de producir una unión por medio de los grilletes de martillos neumáticos. A fin de poder realizar la actividad de las fragmentaciones neumáticas llega a dar uso del *Hydroguide* HG12. (Herrera,2020)

En la figura 17 se presenta un equipo mecánico llamado *Hydroguide* HG 12, uno de los modelos más comunes utilizados en el mercado actualmente.

Figura 17

Hydroguide HG 12



Nota. Adaptado de *Hydroguide* HG 12, Ditch witch west, 2004, catalogo de Hydroguide.

F. Martillos o topos neumáticos. El martillo es una de las herramientas que llegan a encontrarse sujetas a través de grilletes, llegando a ser impulsadas por aires comprimidos por medio de una manguera conectada al ordenador.

Su desarrollo mecánico es parecido a la hora de clavar clavos a la pared. A fin de realizar las ejecuciones de las fragmentaciones de tubería llega a emplearse martillos de 5 ¾ pulg empleando una tubería de 20 cm y martillos de 8 pulg empleando una tubería de 25 cm y 31.50 cm.

Los topos neumáticos presentan tienen su especificación técnica de fragmentaciones brindadas por los fabricantes (*Hammerhead Trenchless*), considerando diámetros, longitudes, pesos, recomendación para tubería de diversos tipos de diámetro. (Herrera,2020)

En la tabla 3 se presentan las especificaciones técnicas del martillo según su modelo.

Tabla 3

Especificaciones técnicas del martillo

MOD.	DIAMET. (MM)	LONGITUD (CM)	PESO (KG)	AIRE (PCM)	PRESIÓN (PSI)	RECOMENDA. PARA TUBERÍAS
3"	75	129.5	29	32	110	4"
5 1/8"	130	158.1	97	98	110	6"
5 3/4"	145	180.9	138	132	110	6"-8"
7"	180	195.6	232	235	110	8"-10"
8"	200	256.3	408	308	110	8"-14"

Nota. Adaptado de *Datos tecnicos de técnicas del martillo*, GrundoCrack,2012, catalogo Tracto Technik.

En la figura 18 se presentan el topo neumático con sus accesorios complementarios, donde se aprecia la manguera por donde pasa el aire comprimido para realizar las funciones de fragmentación.

Figura 18

Topo neumático



Nota. Adaptado de *dispositivos neumáticos tipo topo*, HERCU pneumatic ,2017, Perforaciones horizontales dinámicas.

G. Compresora. Es una máquina de fluido que tiene como función incrementar las presiones y trasladar ciertos tipos de fluido llamado compresible, abarcando dentro de ello al vapor y gas.

Cuando empieza su función de la compresora, los martillos empiezan a generar la repercusión por los aires comprimidos que ingresan produciendo el inicio de los procesos de fragmentaciones. Con la finalidad de generar el desarrollo de la fragmentación de las tuberías, llega a emplearse y a ver uso de compresoras de 0175 PCM para tubería de 20 cm y compresoras de 375PCM para tubería con 250 mm a 315 mm. (Herrera,2020)

En la figura 19 se presenta la máquina compresora.

Figura 19

Compresora SULLAIR de 375 PCM(pie³/min)



Nota. Adaptado de *Compresora SULLAIR de 375 PCM(pie³/min)*, SULLAIR, 2015, Compresores de aire portátiles serie 375.

H. El cabezal de rotura o expansor. El cabezal de rotura tiene como función de habilitar el espacio para el ingreso de las nuevas tuberías mediante las fragmentaciones de las tuberías de índole antigua, su ubicación puede estar en partes delanteras de los martillos

neumáticos o también atrás de la misma, existen variedades respecto a su tamaño y forma. (Herrera,2020)

En la figura 20 se presenta el cabezal de rotura, de un tamaño considerable idóneo para el tipo de función que cumple.

Figura 20

Cabezal de rotura



Nota. Adaptado de *cabezal de rotura para el método sin zanja*, por Herrera, 2020, Método de fragmentación de tuberías.

I. Pasacables guías tipo cobras. Son cables de aceros galvanizados de ½”, empleados para las instalaciones de la manguera de las compresoras dentro de la tubería soldada mediante termofusiones, de igual manera con el propósito de producir la determinación de alguna posible parte encontrando tuberías existentes colmatadas. (Herrera,2020)

En la figura 21 se presenta el pasacables guía tipo cobra.

Figura 21

Pasacables tipo cobra



Nota. Adaptado de *pasacables tipo cobra*, por Herrera, 2020, Método de fragmentación de tuberías.

2.2.1.7. Tipos del método sin zanja. La metodología sin zanja se clasifica principalmente en dos clases: método sin zanja dinámico y método sin zanja estático. (IPBA,2012)

A. Dinámicos. Son sistemas dinámicos, las herramientas de rupturas son martillos de desplazamientos de los suelos, al accionar aires comprimidos. Los cabezales están montados en partes delanteras de los martillos neumáticos. Los martillos neumáticos y los cabezales llegan a ser introducidos mediante pozos para inserciones. Las herramientas están conectadas mediante tensiones constantes del winche, situados en los puntos receptores. (IPBA,2012)

Las tensiones constantes del winche mantienen las herramientas y los cabezales relacionadas entre sí y centradas a las tuberías antiguas y al momento que estas se combinan con las potencias de percusiones de los martillos ayudando al mantenimiento de los martillos y los cabezales dentro de las tuberías existentes. Las acciones para percusiones de los martillos en los cabezales en formas de conos son similares al martillar clavos en las paredes, los golpes de los martillos empujan los clavos. Los golpes, producen grietas y logran el rompimiento de las tuberías existentes. Los cabezales combinados con las acciones para percusiones, empujan cada fragmento y los suelos circundantes, facilitando tener espacios para las nuevas tuberías. Al dar inicio a la fragmentación, se da continuidad a fin de llegar a los pozos receptores donde se recuperan las herramientas y los cabezales. (IPBA,2012)

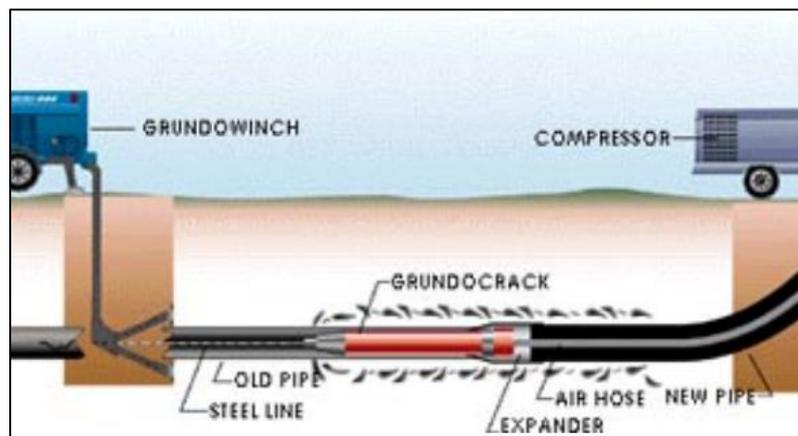
Los procesos son realizados mediante pocas intervenciones de los operadores hasta que los cabezales llegan a los pozos receptores, llegando a generar la separación de las nuevas tuberías. La operación neumática de rupturas de tuberías llega a realizarse considerando los ruidos producidos por los compresores de aires y martillos neumáticos. Gran parte, los ruidos

se concentran cerca de sus extremos abiertos de las tuberías sobre sustituciones a causa de las liberaciones de las presiones asociadas con las acciones neumáticas. (IPBA,2012)

A continuación, se presenta la ruptura de la tubería antigua con el sistema dinámico, en donde se requiere de la utilización de aire comprimido para desplazar los suelos del terreno.

Figura 22

Cabezal de ruptura del sistema dinámico



Nota. Adaptado de *cracking dinámico instalados en terrenos y reemplazando la tubería existente*, por Arriagada,2005, Renovación de tuberías de alcantarillado mediante sistema de fragmentación neumática o cracking.

B. Estáticos. Son los sistemas de tracciones estáticas, no se emplean acciones de martillos, puesto a que estos aplican grandes fuerzas de tracciones en los cabezales de expansiones en formas de conos mediante conjuntos de varilla de tracciones o por cables insertados. (IPBA,2012)

Los conos transfieren las fuerzas para tracciones horizontales en fuerzas radiales, que rompen las tuberías existentes y amplían las cavidades, facilitando espacios para las nuevas tuberías. La varilla de aceros llega a insertarse en los tubos existentes desde los ejes de arrastres. La varilla está conectada con otra al emplear varios especímenes para conexión. Cuando la

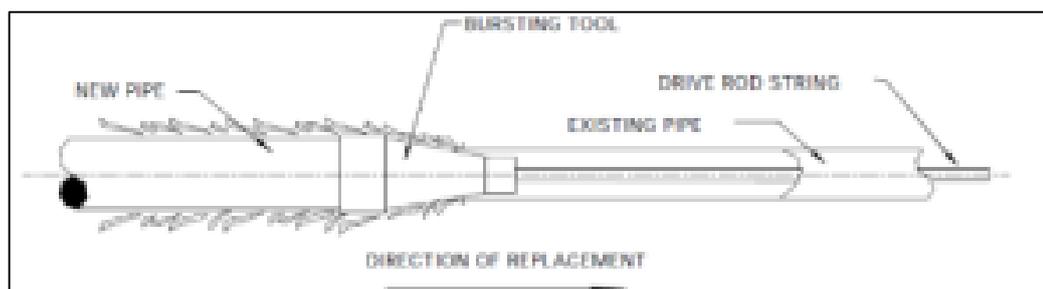
barra llega a los ejes de inserciones, los cabezales de rupturas se conectan a la barra y los nuevos tubos se conectan a las partes traseras de las cabezas. (IPBA,2012)

Las unidades hidráulicas en los ejes de arrastres tiran de la varilla. Los cabezales de rupturas y las nuevas tuberías se tiran con una varilla, generando fracturas en las tuberías existentes y generando un empuje en cada escombro a los suelos circundantes. Los procesos continúan hasta que los cabezales de rupturas alcanzan los ejes de arrastres, separándolos de las nuevas tuberías. (IPBA,2012)

A continuación, se presenta la ruptura de la tubería antigua con el sistema estático.

Figura 23

Cabezales de rupturas de los sistemas estáticos



Nota. Adaptado de *cabezal de ruptura del Sistema estatico*, USACE,2001, Criterios de Diseño para La Reposición de Redes de Acueducto Con Rotura de Tubería..

C. Diferencias. La diferencia básica entre el sistema dinámico y estático se encuentra en las fuentes de energía y las técnicas de romper las tuberías antiguas y ciertas discrepancias pertenecientes en las operaciones. La selección específica del método de reemplazo depende de cada condición geotécnica, los diámetros requeridos a extender, las profundidades y los perfiles de las tuberías existentes, las experiencias de los contratistas y las disponibilidades de cada equipo, evaluaciones de riesgo, y demás posibles temas específicos de la zona. (IPBA,2012)

D. Limitación. El *pipe bursting* llega a ser aplicado en amplias gamas de tamaño y tipo de tubo, en variedades de suelo y condición de la zona.

Los tamaños de las rupturas de tubo en su mayoría son de 2 a 36 in aunque en ciertos casos son mayores (reemplazando uno de 48 pulg). Esperando que las rupturas de tubo para diámetro considerablemente grandes (como la de 80 pulg), pueda ser posible con equipo más grande a futuro. (United States Army Corps Engineers[USACE], 2001)

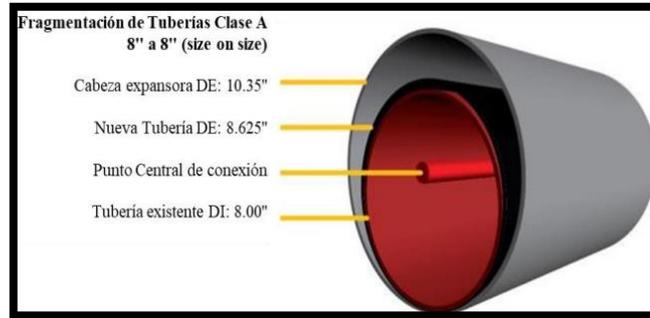
Las renovaciones más comunes de rupturas es generar cambios en los tubos por uno de mismos tamaños, o un *upsizing* reemplazando los diámetros antiguos por uno más (como llega a ser el de 6 a 8 pulg), asimismo se puede hasta 3 diámetros más de los diámetros de las tuberías existentes (como llega a ser el de 6 a 12 pulg). Grandes *upsizings* llegan a requerir más energías produciendo mayores movimientos en la superficie terrestre. (USACE, 2001)

Las longitudes típicas de sustitución llegan a ser de alrededor de 3600 pulgadas (9144 cm) y 6000 pulgadas (15240 cm). Aunque, se logran rupturas con distancias más grandes cuando se necesite. Una gran distancia en su mayoría necesita de equipos más potentes a fin de culminar los trabajos. (Plastics Pipe Institute [PPI], 2007)

DI. SIZE ON SIZE. Se refiere a la sustitución de un tubo existente con un nuevo tubo de DI igual o similar. Como se indica en la figura 24, un ejemplo podría ser la sustitución de una línea existente de 8" de PVC por una nueva de 8" de material termoplástico. (Luna, 2018)

Figura 24

Sustitución de tubería existente del mismo diámetro PVC a PEAD

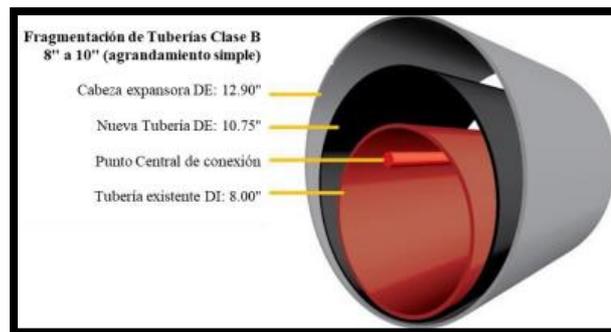


Nota. Adaptado de *Fragmentación de tubería clase A*, por Luna ,2018, <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/34c2be8c-9d91-46ec-9ff1-3086de51f9e2>.

D2. Agrandamiento simple. Se refiere al aumento de un tubo existente con un nuevo tubo que tiene un DI mayor por aproximadamente un diámetro nominal. Como se muestra en la figura 25, un ejemplo podría ser la sustitución de una línea existente de 8" de PVC por una nueva de 10" de material termoplástico. (Luna, 2018)

Figura 25

Sustitución de tubería existente con un diámetro mayor de PVC a PEAD

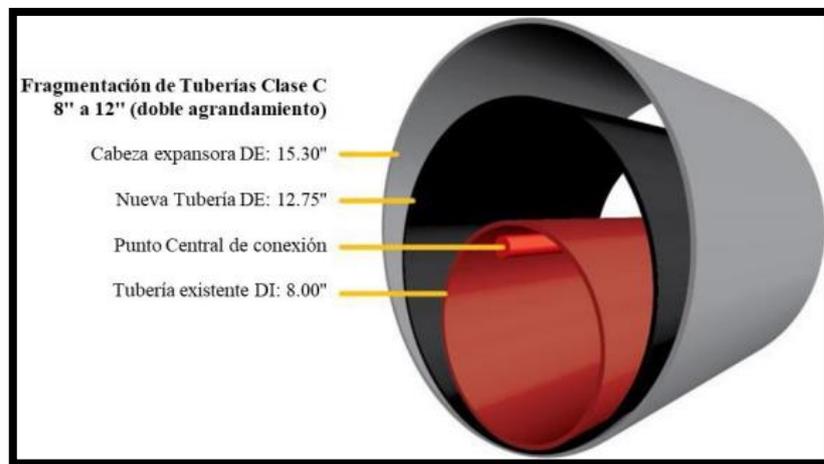


Nota. Adaptado de *Fragmentación de tubería clase B*, por Luna ,2018, <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/34c2be8c-9d91-46ec-9ff1-3086de51f9e2>.

D3. Doble agrandamiento. Se refiere al aumento de una tubería existente con un nuevo tubo que tiene un DI mayor por aproximadamente dos tamaños nominales. Como se muestra en la figura 26, un ejemplo podría ser la sustitución de una línea existente de 8" de PVC por una nueva de 12" de material termoplástico. (Luna, 2018)

Figura 26

Sustitución de tubería existente de diámetro 8" a 12" de PVC a PEAD



Nota. Adaptado de *Fragmentación de tubería clase C*, por Luna ,2018, <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/34c2be8c-9d91-46ec-9ff1-3086de51f9e2>.

2.2.2. Marco Normativo

Para la realización de los distintos procesos aplicados en el estudio, fueron consideradas una serie de normativas y leyes las cuales garantizan el correcto funcionamiento y ejecución de las obras civiles en el lugar asignado. Estas normas son las siguientes:

- Constitución Política del Perú de 1993: Esta norma establece el derecho de toda persona a gozar de un ambiente saludable y equilibrado, así como la obligación del Estado de promover la conservación de la diversidad biológica y de proteger el medio ambiente.

- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos: Esta ley establece las normas para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos en el país, considerando la protección y conservación del medio ambiente.
- Ley N° 30230, Ley de Promoción de la Inversión Privada en el Desarrollo de Obras de Infraestructura y de Saneamiento: Esta ley regula el marco normativo para la promoción de la inversión privada en el desarrollo de obras de infraestructura y saneamiento, estableciendo los procedimientos y requisitos para la ejecución de estas obras.
- Resolución Ministerial N° 019-2014-VIVIENDA del 17 de febrero del 2014: Esta resolución aprueba las Normas Técnicas de Saneamiento para el diseño, construcción y operación de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, estableciendo los criterios técnicos y procedimientos para la construcción y operación de estos sistemas.
- Normas ISO 9001 e ISO 14001: Estas normas establecen los requisitos para la implementación de sistemas de gestión de calidad y ambiental, respectivamente, en las organizaciones.

La aplicación de estas normas permitirá a la investigación establecer los parámetros necesarios para el análisis sostenible del método tradicional y el método sin zanja en la renovación de la red domiciliaria de alcantarillado en la urbanización La Santa Genoveva de Lurín, con el fin de garantizar la protección del medio ambiente y la promoción de la inversión privada en infraestructura y saneamiento de manera responsable y sostenible.

Por otro lado, los criterios y/o indicadores que los prestadores de servicios de saneamiento deben considerar al programar y/o realizar la renovación de las redes de alcantarillado incluyen:

- Estado actual de la red: Evaluar el estado de la red existente para determinar si es necesario renovarla o no.

- Antigüedad de la red: Considerar la antigüedad de la red de alcantarillado, ya que esto puede influir en su capacidad de transporte y en su estado actual.
- Carga hidráulica: Evaluar la carga hidráulica en la red, la cual puede ser influenciada por la cantidad de usuarios y la ubicación de los mismos.
- Vida útil de la tubería: Establecer la vida útil de las tuberías existentes y determinar cuándo es necesario reemplazarlas.
- Impacto ambiental: Evaluar el impacto ambiental de la renovación de la red de alcantarillado y considerar medidas para mitigar este impacto.
- Costo: Evaluar los costos de la renovación de la red de alcantarillado y compararlos con los beneficios obtenidos.
- Seguridad: Considerar la seguridad de los trabajadores y de la población durante la renovación de la red de alcantarillado .(MVCS,2014)

Este tipo de criterios es recopilado gracias a la información disponible de organizaciones como la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass, 2021) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2009). Estas cuentan con los recursos y fuentes necesarias para suministrar una base de datos confiable para la ejecución correcta de este tipo de proyectos.

2.2.3. Partidas involucradas en el método sin zanja

2.2.3.1. Desvío del flujo de desagüe. Para iniciar actividades en un tramo respectivo de alcantarillado, necesitamos mantener el funcionamiento del servicio de alcantarillado en dicho circuito, por ello se procede a desviar el flujo de aguas residuales del tramo en actividad, a través de bombeo y Bypass.

También se realiza el taponeo temporal de las conexiones domiciliarias de alcantarillado de dicho tramo a rehabilitar. (Herrera,2020)

Figura 27

Desvío del flujo de desagüe



Nota. Adaptado de *Tomado de Emserpa inició trabajos de recuperación de pozo principal de alcantarillado en la avenida Rondón*, por Emserpa,2020, <https://Emserpa.gov.co/es/397-emserpa-inicio-trabajos-de-recuperacion-de-pozo-principal-de-alcantarillado-en-la-avenida-rondon.html>

2.2.3.2. Limpieza hidráulica de la red de alcantarillado con máquina de balde. La limpieza de la red de alcantarillado se realizó con máquina de balde, que es capaz de remover lodos, escombros, piedras, etc., con la finalidad de dejar el tramo de desagüe listo y preparado, para que posteriormente pueda ingresar la inspección televisiva. (Herrera,2020)

Figura 28

Limpieza hidráulica de la red



Nota. Adaptado de *mantenimiento de alcantarillas con sistema de balde*, por LyRingeniería,2019,<https://lyr.com.pe/%F0%9F%A5%87limpieza-mantenimiento-%E3%80%90atoro-desatoro-%E3%80%91de-alcantarilla-de-desague-con-maquina-de-balde-en-lima-callao/>.

2.2.3.3. Inspección previa de televisiva. La inspección televisiva previa a trabajos de fragmentación nos mostrará la labor que realizó la máquina de balde, si en caso la limpieza no fue exitosa, se volverá a limpiar la tubería, también nos mostrará la cantidad de conexiones que hay en dicho tramo de alcantarillado. (Herrera,2020)

2.2.3.4. Habilitar la ventana de inserción. Se realiza la identificación de los buzones existentes y poder realizar las ventanas de inserción ejecutando un corte del pavimento de 4 m de largo y 0.8 m de ancho con el propósito de efectuar la excavación hasta llegar al fondo de la tubería. (Herrera,2020)

Figura 29

Ventana de inserción



Nota. Adaptado de *excavación de ventanas*, por Ojeda,2015,<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/556449/Tesis%20Ojeda%20Garayar.pdf?sequence=1>.

2.2.3.5 Demolición de media caña y paredes del buzón. Se destruye la media caña de los buzones de ambos extremos y las paredes de forma parcial por donde dará paso al ingreso de la nueva tubería. (Herrera,2020)

Figura 30

Demolición de media caña y paredes de buzón



Nota. Fuente propia.

2.2.3.6. Suministro e instalación de tubería de alcantarillado. La tubería para la red de alcantarillados debe acatar la normativa ISO 8772-2009, las tuberías a emplear serán PE100, para profundidades no mayores a 3 m emplearemos la de clase SDR 33, SN-2, para profundidades mayores a 3 m y menores a 5 m emplearemos la de clase SDR 26, SN-4 y para profundidades mayores a 5 m y menores a 7 metros utilizaremos la de clase SDR 21, SN-8, Para nuestra muestra usaremos tubos de clase SN-2, SDR 33 con un diámetro de 200 mm.

Una vez teniendo la tubería en campo, se realiza la unión de ellas mediante el proceso de termofusión, la cantidad de uniones dependerá de la longitud total del tramo de alcantarillado que tenemos que instalar.

Se procede a las renovaciones de la tubería de alcantarillados a través de la tecnología sin zanja con los siguientes pasos:

Revisar los equipos de fragmentación: compresora, winche, martillo neumático, las cuales deben estar en perfectas condiciones para su desarrollo en cada actividad correspondiente.

Se instala el winche en el buzón de salida, sus anclajes deben estar alineados con dirección al martillo neumático, dichos anclajes tienen un alcance de 5 m. de profundidad.

El winche tiene un cable que se debe pasar desde la ventana de salida hasta la ventana de entrada por el interior de la tubería existente, el proceso es el siguiente:

Con el cable tipo cobra llega a ingresar por interiormente al buzón de entrada hasta llegar al buzón de salida, amarrando una soga al fin del cable de tipo cobra, seguidamente se enrolla el cable tipo cobra hasta que se visualiza la soga por el buzón de salida, esta soga se ata al cable de winche y se procede a jalar manualmente hasta que el cable pueda viajar por el interior de la tubería existente desde la ventana de salida hasta la ventana de ingreso.

Paralelamente se procede a preparar el cabezal de rotura de la tubería de alcantarillado, empernando el cabezal de rotura por la parte delantera de la tubería, se activa el aire de la compresora para que el martillo neumático ingrese y se pueda deslizar por el interior de la tubería nueva hasta que llegue a chocar con el cabezal de ruptura.

Después de habilitar el martillo en el interior de la tubería nueva se procede a enganchar el cable del winche con el martillo neumático y se da inicio al proceso de fragmentación, con la acción del winche que jala el cable hasta que el cabezal pueda chocar con el emboquillado del buzón que se demolió anteriormente , cuando se da inicio al funcionamiento del winche y también de la compresora dan como resultado que el martillo neumático golpee al cabezal de ruptura y este a su vez vaya fracturando las paredes interiores de la tubería antigua , y de esta manera le pueda dar paso libre a la tubería nueva , la tensión del cable sostenido por el winche puede mantener al martillo neumático y a su vez al cabezal de ruptura de forma alineada , con

el recorrido de la tubería antigua. Al finalizar el recorrido en el buzón de salida se corta la tubería para poder retirar el cabezal y dejar instalado de forma completa la nueva tubería. (Herrera,2020)

Figura 31

Instalación de tubería



Nota. Fuente propia.

Figura 32

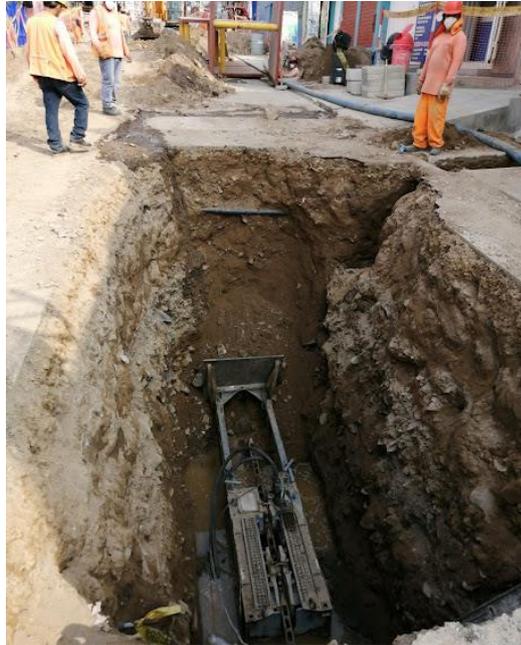
Rotura de tubería



Nota. Fuente propia.

Figura 33

Llegada de tubería del sistema



Nota. Fuente propia.

2.2.3.7. Resane del buzón. Al finalizar la instalación de la tubería nueva, se procede a resanar la media caña y emboquillado con un concreto tipo V –HS. (Herrera,2020)

Figura 34

Resane del buzón



Nota. Adaptado de trazado y resane de buzones inician obras en Av. Jorge Basadre, por RadioUno, 2021, Rehabilitación de tuberías y buzones de desagüe.

2.2.3.8. Conexiones domiciliarias sin zanja. Al igual que la renovación de la red principal, las conexiones domiciliarias son renovadas usando el equipo de fragmentación lateral. (Echevarria y Mantilla,2019)

Proceso de ejecución:

- Se instala el equipo fragmentación lateral o domiciliario con su fuente de energía.
 - Se coloca la mordaza remolcadora al extremo de la tubería de HDPE a instalar. Se une la mordaza remolcadora al cabezal
 - Se instalada la nueva tubería
 - Posteriormente se procede a retirar la máquina.
 - Una vez instalada la tubería procedemos a colocar la abrazadera para la conexión con la tubería matriz.
 - Se recomienda utilizar un equipo georadar para ubicar las conexiones y estas son de frecuencia entre 700 Mhz y 250 Mhz, en función a la profundidad de la conexión.
- (Echevarria y Mantilla,2019)

Figura 35

Equipo de fragmentación lateral para conexiones domiciliarias.



Nota. Adaptado de *Equipo de fragmentación lateral para la conexión domiciliaria*, por Echevarria,2018,https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4627/1/T_CIV_CLEVER.ECHEVERRIA_URIEL.MANTILLA_AGUA.POTABLE.CRACKING_DATOS.pdf

Figura 36

Instalación de las conexiones de desagüe a la red domiciliaria.



Nota. Adaptado de *Acoplamiento de accesorio domiciliario con abrazaderas*, por Echevarria,2018,https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4627/1/T_CIV_CLEVER.ECHEVERRIA_URIEL.MANTILLA_AGUA.POTABLE.CRACKING_DATOS.pdf

2.2.3.9. Eliminación de material excedente. Es referido al material sobrante de las excavaciones puntuales que se realizó para la elaboración de la fragmentación, como fueron las ventanas de inserción y las conexiones aledañas. (Herrera,2020)

Figura 37

Maquinaria removiendo el material excedente



Nota. Fuente propia.

2.2.3.10. Inspección post de televisiva. Una vez instalada la tubería nueva con sus conexiones, se procede a realizar la inspección post de televisiva para verificar en qué condiciones se finalizó el trabajo y verificar que la cantidad de conexiones sean las correctas. (Herrera,2020)

Figura 38

Inspección de la tubería



Nota. Adaptado de *Inspección con cámaras de tv en tuberías de obras nuevas*, por Hidrotec,2016,<https://www.hidrotec.com/blog/inspeccion-con-camara-de-tv-en-obra-nuevas/>.

2.2.3.11. Prueba hidráulica de la línea y conexiones. Se realiza la prueba de estanqueidad para verificar si en caso existe algún tipo de filtración de agua, y de esa manera verificar los trabajos de instalación. (Herrera,2020)

Figura 39

Prueba hidráulica de la línea



Nota. Fuente propia.

2.2.3.12. Rellenar y compactar las ventanas de inserción. El primer relleno se compacta hasta 0.3 m por encima del lomo del tubo con un material selecto, el segundo, rellenos se compactará en capa de 150 mm hasta llegar al 95.00% de las máximas densidades secas por medio de ensayos del cono de área. (Herrera,2020)

Figura 40

Relleno de ventanas de inserción



Nota. Fuente propia.

2.2.3.13. Pruebas de compactación de suelos. Para medir la compactación del suelo utilizamos el ensayo llamado cono de arena o también el densímetro nuclear. (Herrera,2020)

Figura 41

Prueba de compactación de suelos



Nota. Fuente propia.

2.2.3.14. Reposición de asfalto. Al finalizar el relleno y compactación de suelos, se resana con asfalto en los puntos excavados. (Herrera,2020)

Figura 42

Reposición de asfalto



Nota. Fuente propia.

2.2.4. Partidas involucradas en el método tradicional

2.2.4.1. Desvío del flujo de desagüe. Para iniciar actividades en un tramo respectivo de alcantarillado, necesitamos mantener el funcionamiento del servicio de alcantarillado en dicho circuito, por ello llega a efectuarse la desviación del flujo de aguas residuales del tramo en actividad, manipulando el bombeo y Bypass.

También llegan a realizarse los taponeos temporales de cada conexión domiciliaria de alcantarillados de dicho tramo para efectuar la rehabilitación. (Herrera,2020)

2.2.4.2. Corte y rotura del pavimento flexible de e=2”. El corte del pavimento flexible tendrá un ancho de 0.8mt en la línea y 0.6m en las conexiones. (Herrera,2020)

Figura 43

Rotura del pavimento flexible



Nota. Adaptado de *Corte y rotura del pavimento flexible*, por Ojeda, 2015, <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/556449/Tesis%20Ojeda%20Garayar.pdf?sequence=1>.

2.2.4.3. Excavación de zanja. Se utilizará una retroexcavadora, para la excavación de la línea y conexiones hasta la profundidad requerida. (Herrera,2020)

Figura 44

Excavación de zanja



Nota. Fuente propia.

2.2.4.4. Eliminación de material excedente. Se eliminará el material excedente en lugares autorizados por DIGESA. (Herrera,2020)

Figura 45

Retiro del material excedente



Nota. Fuente propia.

2.2.4.5. Entibado de zanja. Por proceso constructivo y por temas de seguridad es necesario entibar la zanja, de esa manera evitamos deslizamientos en la zona de trabajo. (Herrera,2020)

Figura 46

Entibado de zanja



Nota. Fuente propia.

2.2.4.6. Desmontaje y retiro de tubería por reemplazar. Se retira la tubería antigua y se acopia en un lugar seguro, fuera de la contaminación de cualquier otro material de trabajo. (Herrera,2020)

Figura 47

Desmontaje de tubería



Nota. Adaptado de *Corrigen construcción del sistema de agua y desagüe de la ciudad de Ambo*, por Tudiario, 2019, <https://tudiariohuanuco.pe/actualidad/corrigen-construccion-del-sistema-de-agua-y-desague-de-la-ciudad-de-ambo/>.

2.2.4.7. Refine y nivel de zanja. Se procede a perfilar la zanja excavada y también a tender la cama de arena según el nivel necesario que se requiere para recibir la nueva tubería. (Herrera,2020)

Figura 48

Perfil de zanja



Nota. Adaptado de *Suplemento Agua y Saneamiento*, por Muñoz, 2016, https://issuu.com/construccionyvivienada/docs/suplemento_agua_y__saneamiento.

2.2.4.8. Eliminación y depósito de tubería de P.V.C. de desagües retiradas en centros de acopio autorizados. La eliminación de la tubería antigua es trasladada individualmente, debido a que el material es altamente contaminante por los diferentes químicos que éste contiene. (Herrera,2020)

Figura 49

Eliminación de tubería PVC



Nota. Adaptado de *Eliminación y depósito de tubería de desagües*, por Ojeda, 2015, <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/556449/Tesis%20Ojeda%20Garayar.pdf?sequence=1>.

2.2.4.9. Suministros e instalación de tuberías. Se instala la nueva tubería encima de la cama de arena (10 cm), seguidamente llega a realizarse las nivelaciones topográficas empleando nivel según la pendiente requerida. (Herrera,2020)

Figura 50

Instalación de tubería



Nota. Fuente propia.

2.2.4.10. Conexiones domiciliarias con zanja. Se inicia con las excavaciones e instalaciones de la conexión domiciliaria con tubería de HDPE paralelamente a las fragmentaciones de la red de alcantarillado. (Herrera,2020)

Figura 51

Conexiones domiciliarias



Nota. Adaptado de *instalación de conexiones domiciliarias*, por Ojeda, 2015, <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/556449/Tesis%20Ojeda%20Garayar.pdf?sequence=1>.

2.2.4.11. Relleno y compactación de zanja. El primer relleno se compacta hasta 0.3 m por encima del lomo del tubo con un material selecto, el segundo relleno, se compactará por medio de capas de 15cm hasta llegar al 95.00% de las máximas densidades secas a través de ensayos del cono de área. (Herrera,2020)

Figura 52

Compactación de zanja



Nota. Adaptado de *Relleno y compactación de zanja*, por AM GROUP,2023, Características de las zanjas para tuberías plásticas enterradas.

2.2.4.12. Pruebas de compactación de suelo–densidad de campo. Para medir la compactación del suelo utilizamos el ensayo llamado cono de arena o también el densímetro nuclear. (Herrera,2020)

Figura 53

Pruebas de compactación



Nota. Fuente propia.

2.2.4.13. Pruebas hidráulicas de línea y conexiones. Se realiza la prueba de estanqueidad para verificar si en caso existe algún tipo de filtración de agua, y de esa manera verificar los trabajos de instalación. (Herrera,2020)

Figura 54

Pruebas hidráulicas



Nota. Fuente propia.

2.2.4.14. Reposición de asfalto. Al finalizar el relleno y compactación de suelos, se resana con asfalto en los puntos excavados. (Herrera,2020)

Figura 55

Reposición del asfalto



Nota. Fuente propia.

2.3 Método

2.3.1. Tipo de investigación

La investigación será de tipo cuantitativo y de corte explicativo. El diseño será del tipo experimental.

2.3.2. Ámbito temporal y espacial

El análisis comparativo se lleva a cabo con la recolección de información de la obra: “Optimización de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Sectorización, Rehabilitación de redes y actualización de catastro – Área de influencia Planta Huachipa - Área de Drenaje Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra y Sectores 84, 83, 85 y 212) – Lima”, proyecto que se ejecutó en el año 2019.

La investigación se desarrolla en la avenida Puruhuay, urbanización Santa Genoveva de Lurín, provincia de Lima, departamento de Lima.

2.3.3. Variables

2.3.3.1. Variable independiente: Metodología sin zanja.

2.3.3.2 Variable dependiente: Costo de ejecución.

Beneficio ambiental.

2.3.4 Población y muestra

2.3.4.1. Población. Para la investigación se eligió como población el sistema de alcantarillado en el distrito de Lurín.

2.3.4.2. Muestra. Como muestra se tomará los tramos del buzón número 29 al buzón número 21 en la av. Puruhuay en la Urbanización Santa Genoveva de Lurín.

2.3.5. Técnicas e instrumentos

2.3.5.1. Para mi primer objetivo específico. La técnica empleada en mi estudio, a fin de obtener los datos sobre el primer Objetivo Específico, es crear una plantilla de presupuesto en Excel, respecto al costo directo de la metodología tradicional y el método sin zanja de tubería de desagüe apoyados en datos reales de la ejecución del proyecto: “Optimización de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Sectorización, Rehabilitación de redes y actualización de catastro – Área de influencia Planta Huachipa - Área de Drenaje Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra y Sectores 84, 83, 85 y 212) – Lima”, proyecto que se ejecutó en el año 2019, teniendo en consideración las características físicas de la urbanización Santa Genoveva.

Para el método sin zanja de tuberías, se toma la renovación de la línea de alcantarillado, de tramos acumulados de 433.43 metros lineales y teniendo en consideración 311.92 metros lineales en renovación de las conexiones.

Cabe recalcar que estamos usando partidas distinguidas, para los análisis del costo directo, respecto al expediente técnico “Optimización de Sistemas de Agua Potable y

Alcantarillado, Sectorización, Rehabilitación de redes y actualización de catastro – Área de influencia Planta Huachipa - Área de Drenaje Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra y Sectores 84, 83, 85 y 212) – Lima”, para poder realizar la comparación cuantitativa. A continuación, en las tablas 4 y 5 y las tablas 6 y 7 se presentan los formatos para realizar el presupuesto de la metodología sin zanja y la metodología con zanja respectivamente.

Tabla 4

Método sin zanja –formato para presupuesto red domiciliaria.

COSTO DIRECTO					
PROYECTO:" ANÁLISIS SOSTENIBLE DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO –URB. SANTA GENOVEVA DE LURÍN-LIMA"					
PERÚ-LIMA					
item	Descripción	und.	metrado	precio	parcial
1	MÉTODO SIN ZANJA-RED DOMICILIARIA				
1.01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01.03	TRANSPORTES DEL EQUIPO DE FRAGMENTACIONES EN OBRA	und.			
01.01.04	CALICATA PARA UBICA. INTERFERENCIA (3.00 x 1.00[m]), H<2.00m - PAV. FLEXIBLE 2"	m2			
01.01.05	DESVÍO DE FLUJO DE AGUAS SERVIDAS	m			
1.02	ROTURA Y REPOSICIÓN ASFALTICA				
01.02.01	CORTE Y ROTURA DE VENTANAS (4m x 0.8m)-asfalto 2"	m2			
01.02.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2			
01.02.03	COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2"	m2			
1.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.03.01	EXCAVACIÓN DE VENTANAS (4m x 0.8m), Hprof<2.00 m	m2			
01.03.02	RELLENOS Y COMPACTACIONES DE LA CALICATA (3X1mm) Hpromedio<2.00 m	m3			
01.03.03	RELLENOS Y COMPACTACIONES DE VENTANAS (4m x 0.8m) Hpromedio<2.00 m	m3			
01.03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3			
1.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA				
01.04.01	LIMPIEZAS CON MÁQUINA DE BALDES	m			
01.04.02	INSPECCIÓN PREVIA TELEVISIVA DE LA RED ANTIGUA SECUNDARIA DE 250MM	m			
01.04.03	TRANSPORTES DE TUBERIAS HDPE EN OBRAS	und.			
01.04.04	SOLDADURA A TOPE DE TUBERÍA HDPE	m			
01.04.05	INSTALACIONES DE TUBERÍAS POR MEDIO DEL MÉTODO SIN ZANJA	m			
01.04.06	INSPECCIÓN POST TELEVISIVA DE LA RED NUEVA SECUNDARIA DE 250 MM	m			
1.05	PRUEBAS Y ENSAYOS				
01.05.01	PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS	und.			
01.05.02	PRUEBA HIDRÁULICA	m			

1.06 PARTIDAS COMPLEMENTARIAS		
01.06.01	DEMOLICIONES DE MEDIAS CAÑAS Y MUROS DE BUZÓN PARA VENTANAS	m3
01.06.02	RESANES DE DADO DE ANCLAJES Y MUROS DEL BUZÓN	m3
01.06.03	RESANE MEDIA CAÑA	m3
Costo directo s/.		

Nota. Fuente propia.

Tabla 5

Método sin zanja –formato para presupuesto conexión domiciliaria.

COSTO DIRECTO - CONEXIONES DOMICILIARIAS					
PERÚ-LIMA					
ítem	Descripción	unidad	metrados	precios	parcial
1	MÉTODO SIN ZANJA -CNX. DOMICILIARIAS				
1.01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL CONEXIONES DOMICILIARIAS	und.			
01.01.02	REPLANTEO FINAL DE LA CONEXIÓN DOMICILIARIA	und.			
1.02	DEMOLICIONES Y REPOSICIONES				
01.02.01	DEMOLICIÓN DE CAJA Y TAPA - DE CNX DE DESAGÜE	und.			
01.02.02	CORTE Y ROTURA DEL ASFALTO 2"	m2			
01.02.03	CORTE Y ROTURA DE VEREDA DE CONCRETO	m2			
01.02.04	NIVELACION Y COMPACTACIÓN DE BASE GRANULAR	m2			
01.02.05	RELLENO CON BASE GRANULAR ESPESOR= 20 CENTIMETROS	m2			
01.02.06	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2			
01.02.07	REPOSICIÓN DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2" DE ESPESOR	m2			
01.02.08	REPOSICIÓN DE VEREDA DE CONCRETO	m2			
01.02.09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJA DE REGISTRO 0.30 x 0.6 M	und.			
1.03	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				
01.03.01	EXCAVACIÓN A PULSO DE DE 0.6 M A 2.00 M DE PROFUNDIDAD	m3			
01.03.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJA	m			
01.03.03	CAMA DE APOYO E= 0.10 M C/MAT. DE PRESTAMO	m			
01.03.04	SOBRECAMA PROTECTORA ENCIMA SCLAVE DE TUBERIA	m			
01.03.05	MATERIAL PROPIO ZARANDEADO	m3			
01.03.06	RELLENO COMPACTADO A PULSO DE 0.6 M A 2.00 M PROF.	m			
01.03.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3			
01.03.08	DESMONTAJE Y RETIRO DE TUBERIA ANTIGUA D=160 MM - PVC	m			
01.03.09	ELIMINACIÓN DE TUBERIA ANTIGUA DE D=160 MM -PVC	m3			
1.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE ALCANTARILLADO				
01.04.01	SUMINISTRO DE TUBERIA PEAD, DN= 160MM	m			
01.04.02	TUBERIA DE D=160 MM PUESTO EN OBRA	m			

01.04.03	FRAGMENTACION E INSTALACION DE TUBERIA DE DESAGÜE DN 160 MM -HDPE	m
01.04.04	SUMINISTRO DE ABRAZADERA -HDPE MEC. CONEXIÓN DOMI. DN 160MM x 250 MM	und.
01.04.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO 45° O 90° DN 160 MM-HDPE	und.
01.04.06	SOLDADURA A TOPE DE TUBERÍA HDPE	m
01.04.07	INSTALACION DE ABRAZADERA-HDPE DN 160 MM	und.
1.05	PRUEBAS Y ENSAYOS	
01.05.01	PRUEBA HIDRÁULICA	metro
01.05.02	PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS	und.
		Costo directo s/.

Nota. Fuente propia.

Tabla 6

Método tradicional –formato para presupuesto red domiciliaria.

COSTO DIRECTO					
PROYECTO:" ANÁLISIS SOSTENIBLE DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO –URB. SANTA GENOVEVA DE LURÍN-LIMA"					
PERÚ-LIMA					
ítem	Descripción	unidad	metrados	precios	parcial
1	MÉTODO TRADICIONAL –RED DOMICILIARIA				
1.01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01.01	MOVILIZACIONES Y DESMOVILIZACIONES DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	global			
01.01.02	TRAZOS Y REPLANTEOS DE ZANJA INICIAL	metro			
01.01.03	CALICATA PARA UBICA. INTERFERENCIA (3.00 x 1.00[m]), Hprof<2.00 m - PAV. FLEXIBLE 2"	m2			
1.02	ROTURA Y REPOSICION DE ASFALTO				
01.02.01	CORTES Y ROTURAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES 2"	m2			
01.02.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2			
01.02.03	COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2"	m2			
1.03	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				
01.03.01	DESMONTAJE Y RETIRO DE TUBERÍA EXISTENTE	m			
01.03.02	EXCAVACIONES DE ZANJAS (A=0.8M) PARA TUBERÍA HDPE 250 MILÍMETROS CON MAQUINARIAS de 1,26 m a 1,50 m prof.	m			
01.03.03	EXCAVACIONES DE ZANJAS (A=0.8M) PARA TUBERÍA HDPE 250 MILÍMETROS CON MAQUINARIAS de 1,51 m a 1,75 m prof.	m			
01.03.04	EXCAVACIONES DE ZANJAS (A=0.8M) PARA TUBERÍA HDPE 250 MILÍMETROS CON MAQUINARIAS de 1,76 m a 2,00 m prof.	m			
01.03.05	Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 250 mm para toda profund.	m			
01.03.06	RELLENOS Y COMPACTACIONES ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 250mm, MATERIALES DE PRÉSTAMOS, (0.8m), de 1,26 m a 1,50 m prof.	m			
01.03.07	RELLENOS Y COMPACTACIONES ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 250mm, MATERIALES DE PRÉSTAMOS, (0.8m), de 1,51 m a 1,75 m prof.	m			
01.03.08	RELLENOS Y COMPACTACIONES ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 250mm, MATERIALES DE PRÉSTAMOS, (0.8m),de 1,76 m a 2,00 m prof.	m			

01.03.09	RELLENOS Y COMPACTACIONES ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 250mm, MATERIALES PROPIOS SELECCIONADOS de 1,26 m a 1,50 m prof.	m
01.03.10	RELLENOS Y COMPACTACIONES ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 250mm, MATERIALES PROPIOS SELECCIONADOS de 1,51 m a 1,75 m prof.	m
01.03.11	RELLENOS Y COMPACTACIONES ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 250mm, MATERIALES PROPIOS SELECCIONADOS de 1,76 m a 2,00 m prof.	m
01.03.12	DESCARTACIÓN DE MATERIALES EXCEDENTES CON MAQUINARIA	m3
01.03.13	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIONES DE SUB BASES E= 0.20 metros	m2
01.03.14	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIONES DE BASES E= 0.15 m	m2
01.03.15	RELLENOS Y COMPACTACIONES DE LA CALICATA (3X1mm) Hpromedio<2.00m	m3
1.04	ENTIBADO DE ZANJAS	
01.04.01	ENTIBADO DE MADERA HASTA 1.5m DE Profund.	m
01.04.02	ENTIBADO DE MADERA HASTA 1.75m DE Profund.	m
01.04.03	ENTIBADO DE MADERA HASTA 2.00 m DE Profund.	m
1.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE ALCANTARILLADO	
01.05.01	TRAZOS Y REPLANTEOS EN EL PERIODO DE INSTALACIONES DE TUBERÍA	metro
01.05.02	SUMINISTROS E INSTALACIONES DE TUBERÍAS HDPE 250mm	metro
01.05.03	DESVÍO DE AGUAS SERVIDAS	metro
01.05.04	NIVELACIONES Y CONFORMACIONES DE FONDO EN TERRENOS NORMALES	metro
1.06	PRUEBAS Y ENSAYOS	
01.06.01	PRUEBA HIDRÁULICA	metro
01.06.02	PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS	und.
Costo directo s/.		

Nota. Fuente propia.

Tabla 7

Método tradicional –formato para presupuesto conexión domiciliaria.

COSTO DIRECTO - CONEXIONES DOMICILIARIAS					
PERÚ-LIMA					
item	Descripción	unidad	metrados	precios	parcial
1	MÉTODO TRADICIONAL -CNX. DOMICILIARIAS				
1.01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL CONEXIONES DOMICILIARIAS	und.			
01.01.02	REPLANTEO FINAL DE LA CONEXIÓN DOMICILIARIA	und.			
1.02	DEMOLICIONES Y REPOSICIONES				
01.02.01	DEMOLICIÓN DE CAJA Y TAPA - DE CNX DE DESAGÜE	und.			
01.02.02	CORTE Y ROTURA DEL ASFALTO 2"	m2			
01.02.03	CORTE Y ROTURA DE VEREDA DE CONCRETO	m2			
01.02.04	NIVELACION Y COMPACTACIÓN DE BASE GRANULAR	m2			
01.02.05	RELLENO CON BASE GRANULAR ESPESOR= 20 CENTIMETROS	m2			

01.02.06	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2
01.02.07	REPOSICIÓN DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2" DE ESPESOR	m2
01.02.08	REPOSICIÓN DE VEREDA DE CONCRETO	m2
01.02.09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJA DE REGISTRO 0.30 x 0.6 M	und.
1.03	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	
01.03.01	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA DE DE 0.6 M A 2.00 M DE PROFUNDIDAD	m3
01.03.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJA	m
01.03.03	CAMA DE APOYO E= 0.10 M C/MAT. DE PRESTAMO	m
01.03.04	SOBRECAMA PROTECTORA ENCIMA SCLAVE DE TUBERIA	m
01.03.05	MATERIAL PROPIO ZARANDEADO	m3
01.03.06	RELLENO COMPACTADO A PULSO DE 0.6 M A 2.00 M PROF.	m
01.03.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3
01.03.08	DESMONTAJE Y RETIRO DE TUBERIA ANTIGUA D=160 MM - PVC	m
01.03.09	ELIMINACIÓN DE TUBERIA ANTIGUA DE D=160 MM -PVC	m3
1.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE ALCANTARILLADO	
01.04.01	SUMINISTRO DE TUBERIA PEAD, DN= 160MM	m
01.04.02	TUBERIA DE D=160 MM PUESTO EN OBRA	m
01.04.03	INSTALACION DE TUBERIA DE DESAGÜE DN 160 MM -HDPE	m
01.04.04	SUMINISTRO DE ABRAZADERA -HDPE MEC. CONEXIÓN DOMI. DN 160MM x 250 MM	und.
01.04.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO 45° O 90° DN 160 MM- HDPE	und.
01.04.06	INSTALACION DE ABRAZADERA-HDPE DN 160 MM	und.
1.05	PRUEBAS Y ENSAYOS	
01.05.01	PRUEBA HIDRÁULICA	metro
01.05.02	PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS	und.
		Costo directo s/.

Nota. Fuente propia.

Continuando con ello, llega a hacer uso de una tabla a fin de realizar una comparación cuantitativa, entre la metodología tradicional y el método sin zanja de tuberías de alcantarillado, teniendo en consideración los costos por ml de cada método. A continuación, en la tabla 8 se presenta el formato para el cuadro comparativo del costo directo entre ambos métodos para la renovación de la red y las conexiones de alcantarillado correspondientemente.

Tabla 8*Cuadro comparativo – formato económico*

<i>Renovación de tubería de 200 mm a 250 mm-Red domiciliaria</i>			
<i>Método sin zanja</i>		<i>Método tradicional</i>	
<i>Costo en</i>	<i>costo por</i>	<i>Costo en</i>	<i>costo por</i>
<i>433.43 ml</i>	<i>M.L(s/.)</i>	<i>433.43 ml</i>	<i>M.L(s/.)</i>
<i>(s/.)</i>		<i>(s/.)</i>	

<i>Renovación de tubería de 160mm-conexión domiciliaria</i>			
<i>Método sin zanja</i>		<i>Método tradicional</i>	
<i>Costo en</i>	<i>costo por</i>	<i>Costo en</i>	<i>costo por</i>
<i>311.92 ml</i>	<i>M.L(s/.)</i>	<i>311.92 ml</i>	<i>M.L(s/.)</i>
<i>(s/.)</i>		<i>(s/.)</i>	

Nota. Fuente propia.

2.3.5.2. Para mi segundo objetivo específico. Con el propósito de alcanzar los datos, de mi segundo Objetivo Específico, abarca crear una plantilla de metrados en Excel, sobre la cantidad de material excedente a eliminar al culminar el método tradicional y el método sin zanja de tubería de alcantarillado, apoyados en datos reales de la ejecución del proyecto ya anteriormente mencionado, para la obtención del primer objetivo específico, tomando en cuenta las características físicas de la urbanización Santa Genoveva.

Para el método sin zanja, tomaremos la renovación de la línea y conexiones de alcantarillado, de tramos acumulados de 433.43 metros lineales en la red y 311.92 ml en las conexiones. A continuación, en la tabla 9 y 10 se presenta el formato para el cuadro de metrados, para la eliminación de material excedente del método sin zanja.

Tabla 9

Método sin zanja- formato de metrados de cantidad de material excedente en la red domiciliaria.

METRADO DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE- SIN ZANJA			
PROYECTO:" ANÁLISIS SOSTENIBLE DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO –URB. SANTA GENOVEVA DE LURÍN-LIMA"			
PERÚ-LIMA			
item	Descripción	und.	metrado parcial
1	MÉTODO SIN ZANJA-RED DE ALCANTA.		
1.05	ELIMINACIÓN DEL.EXCEDENTE-TUBERÍA DE 200mm		
1.05.01	Rotura de asfalto de 2 " de 4x0.8m2-ventana de inserción		
1.05.02	Demolición de media caña y paredes del buzón	m3	
1.05.03	material excedente de la excavación		
			TOTAL

Nota. Fuente propia.

Tabla 10

Método sin zanja- formato de metrados de cantidad de material excedente en la conexión domiciliaria.

METRADO DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE- SIN ZANJA			
PROYECTO:" ANÁLISIS SOSTENIBLE DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO –URB. SANTA GENOVEVA DE LURÍN-LIMA"			
PERÚ-LIMA			
item	Descripción	und.	metrad Parcial
1	MÉTODO SIN ZANJA-CONEXIONES		
1.05	ELIMINACIÓN DEL.EXCEDENTE-CONEXIONES DN 160 mm		
1.05.01	Demolición de caja y tapa –de CNX. De desagüe	m3	
1.05.02	Corte y rotura del asfalto 2”		
1.05.03	Corte y rotura de vereda e=10cm		
1.05.04	Material excedente de excavación		
1.05.05	Eliminación de tubería antigua PVC DN 160mm		
			TOTAL

Nota. Fuente propia.

Para el método tradicional, también tomaremos la renovación de la línea de alcantarillado, de tramos acumulados de 433.43 metros lineales en la red y 311.92 ml en las conexiones. A continuación, en la tabla 11 y 12 se presenta el formato para el cuadro de metrados, para la eliminación de material excedente del método tradicional.

Tabla 11

Método tradicional - formato de metrados de cantidad de material excedente en la red domiciliaria.

METRADO DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE- TRADICIONAL				
PROYECTO:" ANÁLISIS SOSTENIBLE DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO –URB. SANTA GENOVEVA DE LURÍN-LIMA"				
PERÚ-LIMA				
ítem	Descripción	und.	metrado	parcial
1	MÉTODO TRADICIONAL			
1.05	ELIMINACIÓN DEL.EXCEDENTE-TUBERÍA de 200mm			
1.05.01	Rotura de asfalto de 2 " de 0.8x41.65m2-línea de tubería			
1.05.02	material excedente de la excavación de la línea	m3		
			TOTAL	

Nota. Fuente propia.

Tabla 12

Método tradicional - formato de metrados de cantidad de material excedente en la conexión domiciliaria.

METRADO DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE- TRADICIONAL				
PROYECTO:" ANÁLISIS SOSTENIBLE DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO –URB. SANTA GENOVEVA DE LURÍN-LIMA"				
PERÚ-LIMA				
ítem	Descripción	und.	metrad	Parcial
1	MÉTODO TRADICIONAL-CONEXIONES			
1.05	ELIMINACIÓN DEL.EXCEDENTE-CONEXIONES DN 160 mm			
1.05.01	Demolición de caja y tapa –de CNX. De desagüe	m3		

1.05.02	Corte y rotura del asfalto 2”		
1.05.03	Corte y rotura de vereda e=10cm		
1.05.04	Material excedente de excavación		
1.05.05	Eliminación de tubería antigua PVC DN 160mm		
			TOTAL

Nota. Fuente propia.

Seguidamente se usa una tabla con el objetivo de realizar una comparación cuantitativa, entre el método tradicional y el método sin zanja de tuberías de alcantarillado, tomando en cuenta el material excedente a eliminar por ml de cada método y el beneficio que este representa para nuestro medio ambiente. En la tabla 13 se presenta el formato para el cuadro comparativo, para la eliminación de material excedente entre el método tradicional y el método sin zanja para redes y conexiones domiciliarias de alcantarillado.

Tabla 13

Cuadro comparativo-formato de eliminación de material excedente en la red domiciliaria y conexiones.

Eliminación de material excedente para renovación de tubería de DN 200 mm -RED				
Método sin zanja		Método convencional		Reducción de eliminación de material
Eliminación de material excedente en 433.43 ml (m3)	Eliminación de material excedente por ml de tubería renovada (m3)	Eliminación de material excedente en 433.43 ml (m3)	Eliminación de material excedente por ml de tubería renovada (m3)	Porcentaje de mitigación

Eliminación de material excedente para renovación de tubería de DN 160 mm –CNXS				
Método sin zanja		Método convencional		Reducción de eliminación de material
Eliminación de material excedente en 311.92 ml (m3)	Eliminación de material excedente por ml de tubería renovada (m3)	Eliminación de material excedente en 311.92 ml (m3)	Eliminación de material excedente por ml de tubería renovada (m3)	Porcentaje de mitigación

Nota. Fuente propia.

2.3.6. Procedimientos

En primer lugar, se procederá a investigar sobre el método sin zanja y el método tradicional. Se averiguará sobre las partidas que intervienen en cada método. Así mismo, se describirán los procedimientos constructivos de cada método, también se indagará qué herramientas y materiales son las necesarias para la elaboración del método sin zanja.

Se solicitará el expediente técnico de la obra: “Optimización de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Sectorización, Rehabilitación de redes y actualización de catastro – Área de influencia Planta Huachipa - Área de Drenaje Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra y Sectores 84, 83, 85 y 212) – Lima”, ejecutada en el año 2019 cuya información nos servirá para nuestra investigación.

Para el desarrollo de la investigación tomaremos como muestra con sus respectivas características del tramo del buzón 29 al buzón 21, ubicado en la avenida Puruhuay, urbanización Santa Genoveva, provincia y departamento de Lima.

Para el primer objetivo, se procederá a realizar el presupuesto y el análisis de precios unitarios del método sin zanja y el método tradicional, se evaluarán las partidas que intervienen para la renovación de la red domiciliaria y las conexiones de alcantarillado.

A continuación, se procederá a realizar cuadros comparativos de los gastos ocasionados en cada método empleado para la renovación de la red de alcantarillado y conexiones.

Para el segundo objetivo, se procederá a identificar la cantidad de material excedente que se genera al aplicar el método tradicional y el método sin zanja, se tomará en cuenta el material excedente que se genera para la renovación de la red y las conexiones domiciliarias de alcantarillado.

Seguidamente, se procederá a realizar cuadros comparativos del volumen de material excedente que ocasiona cada método empleado para la renovación de la red y conexiones de alcantarillado, de esa manera poder identificar de manera cuantitativa la incidencia de cada método en la contaminación ambiental.

Posteriormente se analizará el impacto socio ambiental con el objetivo de describir la incidencia e importancia en el desarrollo de la metodología tradicional y la metodología sin zanja.

Con los resultados adquiridos de cada método se podrá utilizar como referencia para determinar las consecuencias económicas y ambientales a los que nos conlleva cada uno de ellos, y de esa manera poder evaluar qué método es más conveniente usar para nuestro trabajo de renovación de tubería de alcantarillado.

2.3.7. Desarrollo del presupuesto

2.3.7.1. Datos del tramo a evaluar

Tabla 14

Datos de los buzones, red domiciliaria y conexiones domiciliarias.

	TRAMO 29- 28	TRAMO 28- 27	TRAMO 27- 26	TRAMO 26- 25	TRAMO 25- 24	TRAMO 24- 23	TRAMO 23- 22	TRAMO 22- 21
Datos	Valor							
Buzón de entrada	B.Z.28	B.Z.27	B.Z. 27	B.Z.25	B.Z.24	B.Z.24	B.Z. 23	B.Z.21
Altura de buzón	1.75m	2.24m	2.24m	1.68m	1.94m	1.94m	1.93m	1.50m
cota de fondo	41.93m	41.59 m	41.59 m	41.89 m	41.47 m	41.47 m	41.80 m	42.31m
cota de tapa	43.68 m	43.83 m	43.83 m	43.57 m	43.416 m	43.416 m	43.73 m	43.81 m
Buzón de salida	B.Z. 29	B.Z. 28	B.Z.26	B.Z. 26	B.Z. 25	B.Z. 23	B.Z.22	B.Z. 22
Altura de buzón	1.31m	1.75m	1.60m	1.60m	1.68m	1.93m	1.30m	1.30m
cota de fondo	42.27 m	41.93m	42.11 m	42.11 m	41.89 m	41.8 m	42.70 m	42.70 m
cota de tapa	43.58 m	43.68 m	43.71 m	43.71 m	43.57 m	43.73 m	44.00 m	44.00 m
Tubería	HDPE							
Diámetro antiguo	200 mm							
Diámetro nuevo	250 mm							
Longitud	56.14	56.14	43.17	47.65	47.64	41.65	79.79	61.25
Pendiente	6.060%	6.060%	17%	8.816%	8.818%	7.923%	11.279 %	6.367%
Profundidad promedio	1.53	1.995m	1.92 m	1.64 m	1.81 m	1.935	1.61 m	1.4m
Longitud de conexión	5.57m							
Cantidad de conexiones	6	8	5	8	6	5	13	5

Nota. Fuente propia.

2.3.7.2. Representación gráfica del método sin zanja – Red domiciliaria.

En la figura 56 podemos observar con una vista en planta el proceso de la renovación de la red domiciliaria de desagüe aplicando el método sin zanja.

Figura 56

Método sin zanja de la red domiciliaria – Vista en planta

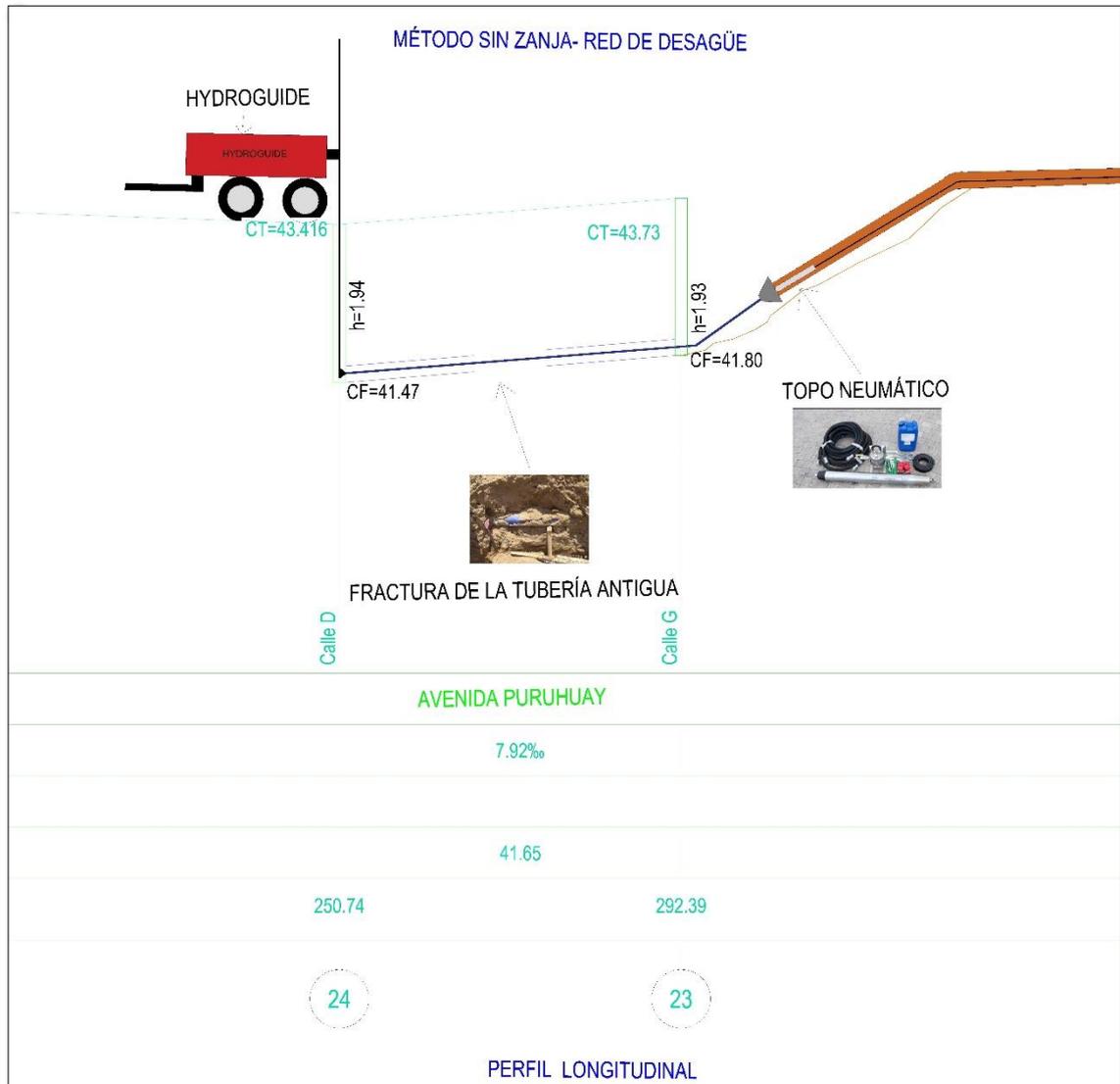


Nota. Fuente propia.

En la figura 57 podemos observar con una vista en perfil el proceso de la renovación de la red domiciliaria de desagüe aplicando el método sin zanja.

Figura 57

Método sin zanja de la red domiciliaria – Vista en perfil.



Nota. Fuente propia.

2.3.7.3. Cuadro de presupuesto del método sin zanja – Red domiciliaria.

En la tabla 15 se presenta la elaboración del presupuesto para la renovación de la red domiciliaria de alcantarillado con el método sin zanja correspondiente a los estudios realizados anteriormente.

Tabla 15

Presupuesto del método sin zanja- Red domiciliaria.

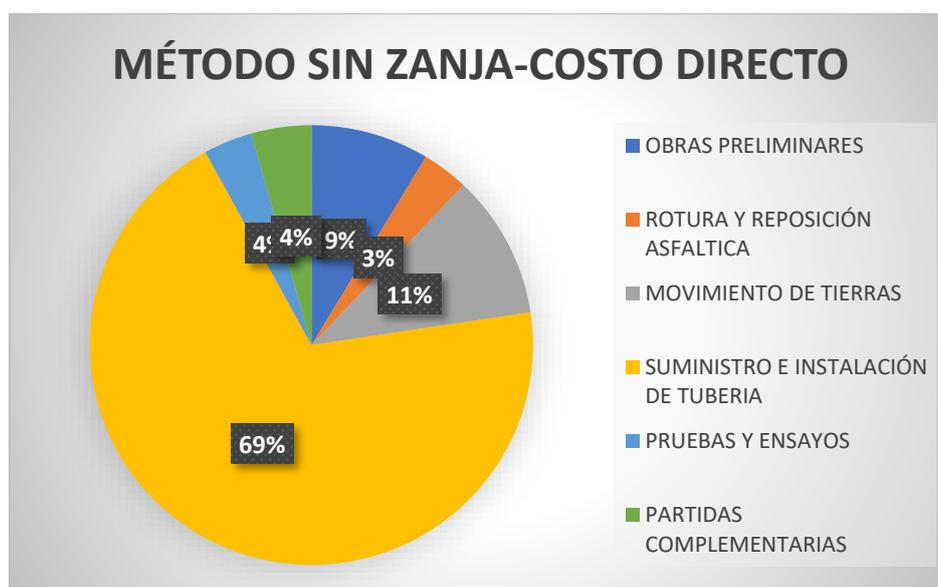
COSTO DIRECTO					
PROYECTO:" ANÁLISIS SOSTENIBLE DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO –URB. SANTA GENOVEVA DE LURÍN-LIMA"					
PERÚ-LIMA					
ítem	Descripción	und.	metrado	precio	parcial
1	MÉTODO SIN ZANJA –RED COMICILIAIRA				
1.01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01.03	TRANSPORTES DEL EQUIPO DE FRAGMENTACIONES EN OBRA	und.	8	291.32	2330.56
01.01.04	CALICATA PARA UBICA. INTERFERENCIA (3.00 x 1.00[m]), H<2.00m - PAV. FLEXIBLE 2"	m2	48	54.29	2605.92
01.01.05	DESVIÓ DE FLUJO DE AGUAS SERVIDAS	m	433.43	8.25	3575.7975
1.02	ROTURA Y REPOSICIÓN ASFALTICA				
01.02.01	CORTE Y ROTURA DE VENTANAS (4m x 0.8m)-asfalto 2"	m2	25.6	12.73	325.888
01.02.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	73.6	4.4	323.84
01.02.03	COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2"	m2	73.6	36.6	2693.76
1.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.03.01	EXCAVACIÓN DE VENTANAS (4m x 0.8m), Hprof<2.00 m	m2	25.6	41.56	1063.936
01.03.02	RELLENOS Y COMPACTACIONES DE LA CALICATA (3X1mm) Hpromedio<2.00 m	m3	92.64	60.77	5629.7328
01.03.03	RELLENOS Y COMPACTACIONES DE VENTANAS (4m x 0.8m) Hpromedio<2.00 m	m3	49.408	60.77	3002.52416
01.03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	26.451	27.53	728.19603
1.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA				
01.04.01	LIMPIEZAS CON MÁQUINA DE BALDES	m	433.43	10.72	4646.3696
01.04.02	INSPECCIÓN PREVIA TELEVISIVA DE LA RED ANTIGUA SECUNDARIA DE 250MM	m	433.43	6.96	3016.6728
01.04.03	TRANSPORTES DE TUBERIAS HDPE EN OBRAS	und.	73	46.17	3370.41
01.04.04	SOLDADURA A TOPE DE TUBERÍA HDPE	m	433.43	61.051	26461.33493
01.04.05	INSTALACIONES DE TUBERÍAS POR MEDIO DEL MÉTODO SIN ZANJA	m	433.43	64.34	27886.8862
01.04.06	INSPECCIÓN POST TELEVISIVA DE LA RED NUEVA SECUNDARIA DE 250 MM	m	433.43	6.96	3016.6728
1.05	PRUEBAS Y ENSAYOS				
01.05.01	PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS	und.	24	77.21	1853.04
01.05.02	PRUEBA HIDRÁULICA	m	433.43	3.82	1655.7026
1.06	PARTIDAS COMPLEMENTARIAS				
01.06.01	DEMOLICIONES DE MEDIAS CAÑAS Y MUROS DE BUZÓN PARA VENTANAS	m3	6.84	253.94	1736.9496
01.06.02	RESANES DE DADO DE ANCLAJES Y MUROS DEL BUZÓN	m3	4.5	378.27	1702.215
01.06.03	RESANE MEDIA CAÑA	m3	2.34	378.27	885.1518
Costo directo s/.					98511.55982

Nota. Fuente propia.

En la figura 58 podemos observar los porcentajes de incidencias de las diferentes partidas para la renovación de la red domiciliar de alcantarillado con el método sin zanja, verificando que la partida de suministro e instalación de tubería es la de mayor incidencia.

Figura 58

Porcentaje de incidencia en el método sin zanja – Red domiciliar.



Nota. Fuente propia.

2.3.7.4. Representación gráfica del método sin zanja – conexiones domiciliarias.

En la figura 59 podemos observar con una vista en planta el proceso de la renovación de las conexiones domiciliar de desagüe aplicando el método sin zanja.

Figura 59

Método sin zanja – Instalacion de conexiones domiciliarias.



Nota. Fuente propia.

2.3.7.5. Cuadro de presupuesto del método sin zanja – Conexiones domiciliarias.

En la tabla 16 se presenta la elaboración del presupuesto para la renovación de las conexiones domiciliarias de alcantarillado con el método sin zanja correspondiente a los estudios realizados anteriormente.

Tabla 16

Presupuesto del método sin zanja-conexiones domiciliarias.

COSTO DIRECTO - CONEXIONES DOMICILIARIAS					
PERÚ-LIMA					
ítem	Descripción	unidad	metrados	precios	parcial
1	MÉTODO SIN ZANJA -CNX. DOMICILIARIAS				
1.01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL CONEXIONES DOMICILIARIAS	und.	56	1.74	97.44
01.01.02	REPLANTEO FINAL DE LA CONEXIÓN DOMICILIARIA	und.	56	1.74	97.44
1.02	DEMOLICIONES Y REPOSICIONES				0
01.02.01	DEMOLICIÓN DE CAJA Y TAPA - DE CNX DE DESAGÜE	und.	56	16.55	926.8
01.02.02	CORTE Y ROTURA DEL ASFALTO 2"	m2	44.8	12.73	570.304

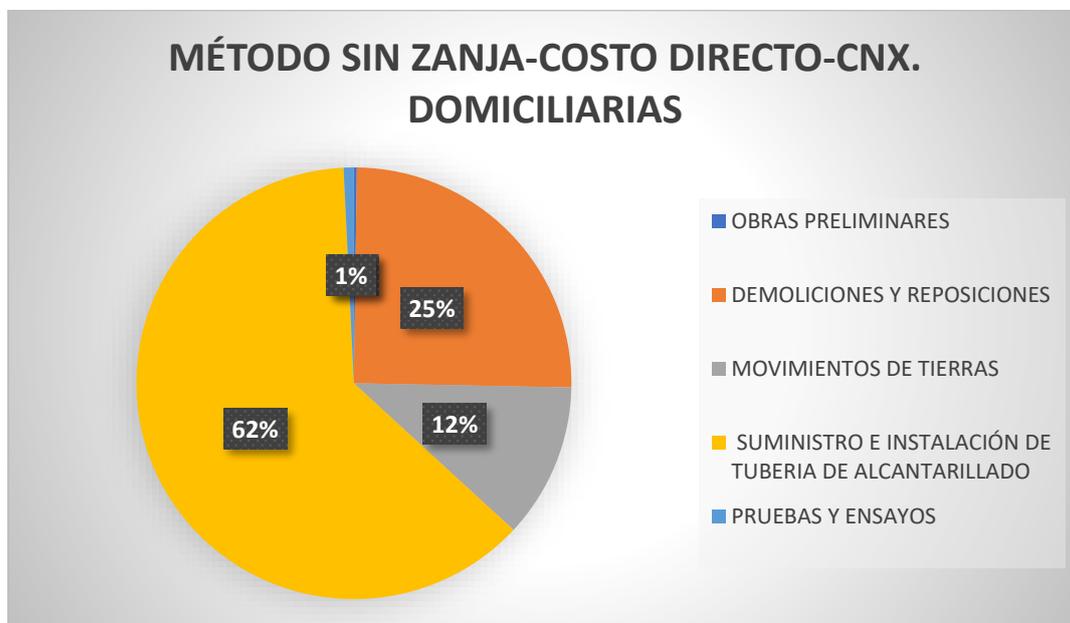
01.02.03	CORTE Y ROTURA DE VEREDA DE CONCRETO	m2	134.4	15.64	2102.016
01.02.04	NIVELACION Y COMPACTACIÓN DE BASE GRANULAR	m2	179.2	6.97	1249.024
01.02.05	RELLENO CON BASE GRANULAR ESPESOR= 20 CENTIMETROS	m2	179.2	17.91	3209.472
01.02.06	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	44.8	4.4	197.12
01.02.07	REPOSICIÓN DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2" DE ESPESOR	m2	44.8	36.6	1639.68
01.02.08	REPOSICIÓN DE VEREDA DE CONCRETO	m2	134.4	46.89	6302.016
01.02.09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJA DE REGISTRO 0.30 x 0.6 M	und.	56	110.61	6194.16
1.03	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				0
01.03.01	EXCAVACIÓN A PULSO DE DE 0.6 M A 2.00 M DE PROFUNDIDAD	m3	113.792	18.3	2082.3936
01.03.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJA	m	179.2	1.44	258.048
01.03.03	CAMA DE APOYO E= 0.10 M C/MAT. DE PRESTAMO	m	179.2	6.85	1227.52
01.03.04	SOBRECAMA PROTECTORA ENCIMA SCLAVE DE TUBERIA	m	179.2	14.34	2569.728
01.03.05	MATERIAL PROPIO ZARANDEADO	m3	34.1376	10.57	360.834432
01.03.06	RELLENO COMPACTADO A PULSO DE 0.6 M A 2.00 M PROF.	m	179.2	7.11	1274.112
01.03.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	53.77344	38.5	2070.27744
01.03.08	DESMONTAJE Y RETIRO DE TUBERIA ANTIGUA D=160 MM - PVC	m	179.2	2.64	473.088
01.03.09	ELIMINACIÓN DE TUBERIA ANTIGUA DE D=160 MM -PVC	m3	0.5376	38.5	20.6976
1.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE ALCANTARILLADO				0
01.04.01	SUMINISTRO DE TUBERIA PEAD, DN= 160MM	m	311.92	27.04	8434.3168
01.04.02	TUBERIA DE D=160 MM PUESTO EN OBRA	m	311.92	0.28	87.3376
01.04.03	FRAGMENTACION E INSTALACION DE TUBERIA DE DESAGÜE DN 160 MM -HDPE	m	311.92	64.34	20068.9328
01.04.04	SUMINISTRO DE ABRAZADERA -HDPE MEC. CONEXIÓN DOMI. DN 160MM x 250 MM	und.	56	81.44	4560.64
01.04.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO 45° O 90° DN 160 MM-HDPE	und.	56	28	1568
01.04.06	SOLDADURA A TOPE DE TUBERÍA HDPE	m	311.92	61.05	19042.716
01.04.07	INSTALACION DE ABRAZADERA-HDPE DN 160 MM	und.	56	33.63	1883.28
1.05	PRUEBAS Y ENSAYOS				0
01.05.01	PRUEBA HIDRÁULICA	metro	56	3.82	213.92
01.05.02	PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS	und.	6	77.21	463.26
				Costo directo s/.	89244.5742

Nota. Fuente propia.

En la figura 60 podemos observar los porcentajes de incidencias de las diferentes partidas para la renovación de las conexiones domiciliaria de alcantarillado con el método sin zanja, verificando que la partida de suministro e instalación de tubería es la de mayor incidencia.

Figura 60

Porcentaje de incidencia en el método sin zanja – conexión domiciliaria.



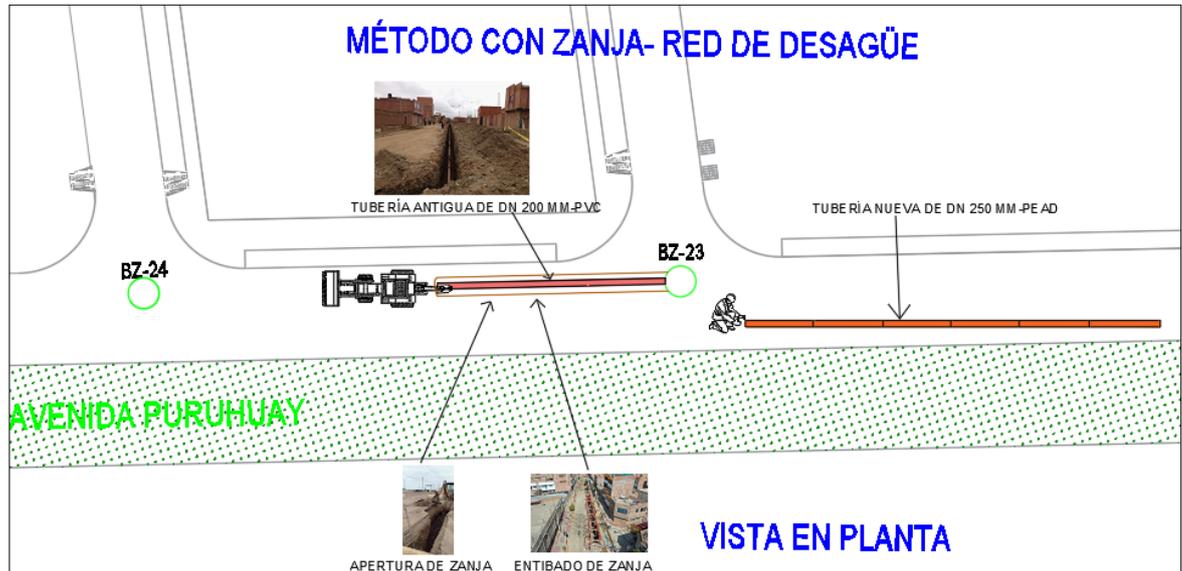
Nota. Fuente propia.

2.3.7.6. Representación gráfica del método tradicional – Red domiciliaria.

En la figura 61 podemos observar con una vista en planta el proceso de la renovación de la red domiciliaria de desagüe aplicando el método tradicional.

Figura 61

Método tradicional de la red domiciliar – vista en planta.

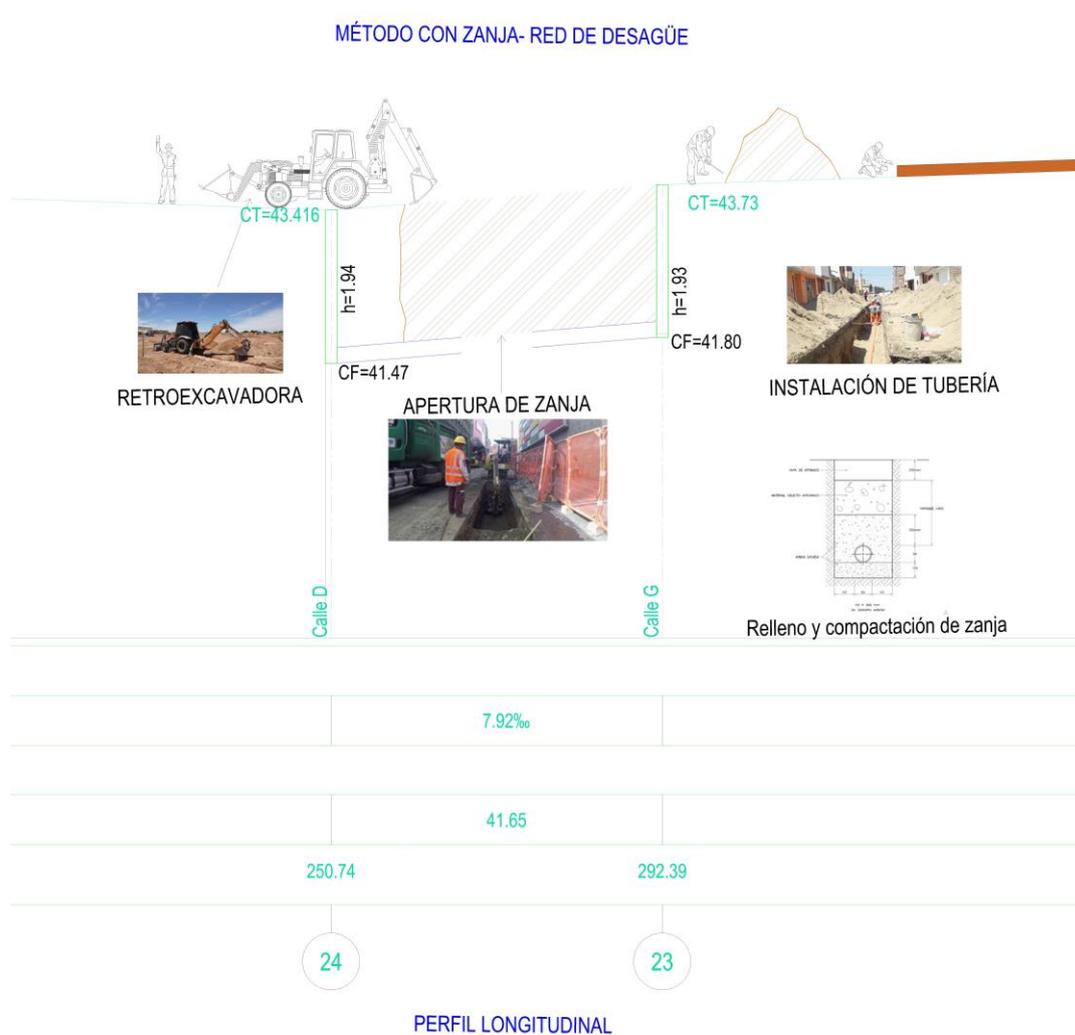


Nota. Fuente propia.

En la figura 62 podemos observar con una vista en perfil el proceso de la renovación de la red domiciliar de desagüe aplicando el método tradicional.

Figura 62

Método tradicional de la red domiciliaria – vista en perfil.



Nota. Fuente propia.

2.3.7.7. Cuadro de presupuesto del método tradicional –Red domiciliaria.

En la tabla 17 se presenta la elaboración del presupuesto para la renovación de la red domiciliaria de alcantarillado por medio del método tradicional en relación a los estudios realizados anteriormente.

Tabla 17

Presupuesto del método tradicional –Red domiciliaria.

COSTO DIRECTO					
PROYECTO:" ANÁLISIS SOSTENIBLE DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO –URB. SANTA GENOVEVA DE LURÍN-LIMA"					
PERÚ-LIMA					
ítem	Descripción	unidad	metrados	precios	parcial
1	MÉTODO TRADICIONAL				
1.01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01.01	MOVILIZACIONES Y DESMOVILIZACIONES DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	global	1	672.14	672.14
01.01.02	TRAZOS Y REPLANTEOS DE ZANJA INICIAL	metro	433.43	0.68	294.7324
01.01.03	CALICATA PARA UBICA. INTERFERENCIA (3.00 x 1.00[m]), Hprof<2.00 m - PAV. FLEXIBLE 2"	m2	48	54.29	2605.92
1.02	ROTURA Y REPOSICION DE ASFALTO				
01.02.01	CORTES Y ROTURAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES 2"	m2	346.744	12.73	4414.0511
01.02.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	394.74	4.4	1736.856
01.02.03	COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2"	m2	394.74	36.6	14447.484
1.03	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				
01.03.01	DESMONTAJE Y RETIRO DE TUBERÍA EXISTENTE	m	433.43	3.67	1590.6881
01.03.02	EXCAVACIONES DE ZANJAS (A=0.8M) PARA TUBERÍA HDPE 250 MILÍMETROS CON MAQUINARIAS de 1,26 m a 1,50 m prof.	m	61.25	7.355	450.49375
01.03.03	EXCAVACIONES DE ZANJAS (A=0.8M) PARA TUBERÍA HDPE 250 MILÍMETROS CON MAQUINARIAS de 1,51 m a 1,75 m prof.	m	183.58	9.335	1713.7193
01.03.04	EXCAVACIONES DE ZANJAS (A=0.8M) PARA TUBERÍA HDPE 250 MILÍMETROS CON MAQUINARIAS de 1,76 m a 2,00 m prof.	m	188.6	12.55	2366.93
01.03.05	Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 250 mm para toda profund.	m	433.43	1.64	710.8252
01.03.06	RELLENOS Y COMPACTACIONES ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 250mm, MATERIALES DE PRÉSTAMOS, (0.8m), de 1,26 m a 1,50 m prof.	m	61.25	29.21	1789.1125
01.03.07	RELLENOS Y COMPACTACIONES ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 250mm, MATERIALES DE PRÉSTAMOS, (0.8m), de 1,51 m a 1,75 m prof.	m	183.58	32.25	5920.455
01.03.08	RELLENOS Y COMPACTACIONES ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 250mm, MATERIALES DE PRÉSTAMOS, (0.8m),de 1,76 m a 2,00 m prof.	m	188.6	35.827	6756.9722
01.03.09	RELLENOS Y COMPACTACIONES ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 250mm, MATERIALES PROPIOS SELECCIONADOS de 1,26 m a 1,50 m prof.	m	61.25	19.89	1218.2625
01.03.10	RELLENOS Y COMPACTACIONES ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 250mm, MATERIALES PROPIOS SELECCIONADOS de 1,51 m a 1,75 m prof.	m	183.58	24.16	4435.2928
01.03.11	RELLENOS Y COMPACTACIONES ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 250mm, MATERIALES PROPIOS SELECCIONADOS de 1,76 m a 2,00 m prof.	m	188.6	26.83	5060.138
01.03.12	DESCARTACIÓN DE MATERIALES EXCEDENTES CON MAQUINARIA	m3	394.4213	38.5	15185.220
01.03.13	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIONES DE SUB BASES E= 0.20 metros	m2	346.744	15.92	5520.1644
01.03.14	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIONES DE BASES E= 0.15 m	m2	346.744	17	5894.648
01.03.15	RELLENOS Y COMPACTACIONES DE LA CALICATA (3X1mm) Hpromedio<2.00m	m3	92.64	60.77	5629.7328

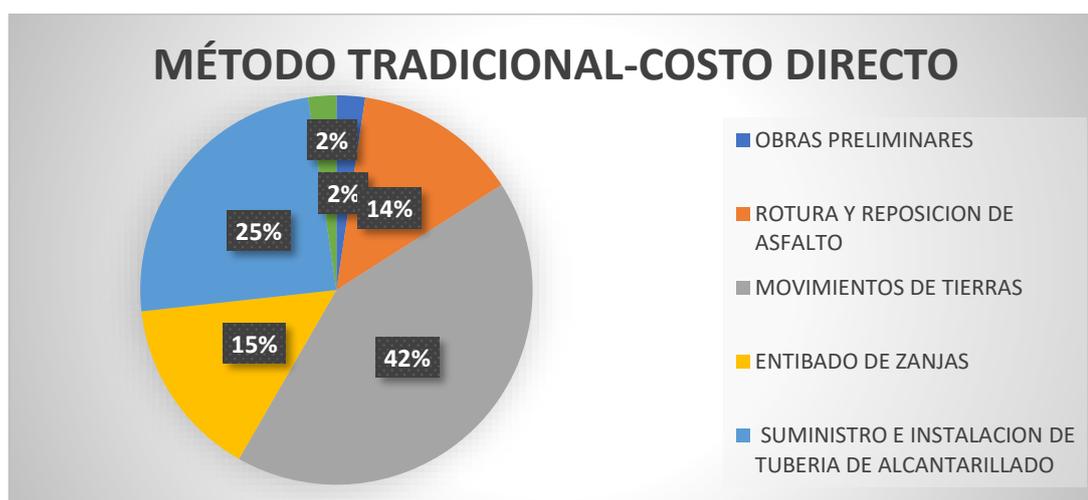
1.04 ENTIBADO DE ZANJAS					
01.04.01	ENTIBADO DE MADERA HASTA 1.5m DE Profund.	m	61.25	42.75	2618.4375
01.04.02	ENTIBADO DE MADERA HASTA 1.75m DE Profund.	m	183.58	49.72	9127.5976
01.04.03	ENTIBADO DE MADERA HASTA 2.00 m DE Profund.	m	188.6	58.16	10968.976
1.05 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE ALCANTARILLADO					
01.05.01	TRAZOS Y REPLANTEOS EN EL PERIODO DE INSTALACIONES DE TUBERÍA	metro	433.43	2.34	1014.2262
01.05.02	SUMINISTROS E INSTALACIONES DE TUBERÍAS HDPE 250mm	metro	433.43	72.73	31523.363
01.05.03	DESVÍO DE AGUAS SERVIDAS	metro	433.43	8.39	3636.4777
01.05.04	NIVELACIONES Y CONFORMACIONES DE FONDO EN TERRENOS NORMALES	metro	433.43	2.07	897.2001
1.06 PRUEBAS Y ENSAYOS					
01.06.01	PRUEBA HIDRÁULICA	metro	433.43	3.82	1655.7026
01.06.02	PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS	und.	24	77.21	1853.04
Costo directo s/.					151708.85

Nota. Fuente propia.

En la figura 63 podemos observar los porcentajes de incidencias de las diferentes partidas para la renovación de la red domiciliar de alcantarillado con el método tradicional, verificando que la partida de movimiento de tierras es la de mayor incidencia.

Figura 63

Porcentaje de incidencia en el método tradicional – Red domiciliar.



Nota. Fuente propia.

2.3.7.8. Representación gráfica del método tradicional – conexiones domiciliarias.

En la figura 64 podemos observar con una vista en planta el proceso de la renovación de las conexiones domiciliaria de desagüe aplicando el método tradicional.

Figura 64

Método tradicional – Instalacion de conexiones domiciliarias.



Nota. Fuente propia.

2.3.7.9. Cuadro de presupuesto del método tradicional – Conexiones domiciliarias.

En la tabla 18 se presenta la elaboración del presupuesto para la renovación de las conexiones domiciliarias de alcantarillado con el método tradicional correspondiente a los estudios realizados anteriormente.

Tabla 18

Presupuesto del método tradicional - conexiones domiciliarias.

COSTO DIRECTO - CONEXIONES DOMICILIARIAS					
PERÚ-LIMA					
item	Descripción	unidad	metrados	precios	parcial
1 MÉTODO TRADICIONAL -CNX. DOMICILIARIAS					
1.01 OBRAS PRELIMINARES					
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL CONEXIONES DOMICILIARIAS	und.	56	1.74	97.44
01.01.02	REPLANTEO FINAL DE LA CONEXIÓN DOMICILIARIA	und.	56	1.74	97.44
1.02 DEMOLICIONES Y REPOSICIONES					
01.02.01	DEMOLICIÓN DE CAJA Y TAPA - DE CNX DE DESAGÜE	und.	56	16.55	926.8
01.02.02	CORTE Y ROTURA DEL ASFALTO 2"	m2	187.152	12.73	2382.4449
01.02.03	CORTE Y ROTURA DE VEREDA DE CONCRETO	m2	134.4	15.64	2102.016
01.02.04	NIVELACION Y COMPACTACIÓN DE BASE GRANULAR	m2	321.552	6.97	2241.2174
01.02.05	RELLENO CON BASE GRANULAR ESPESOR= 20 CENTIMETROS	m2	321.552	17.91	5758.9963
01.02.06	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	187.152	4.4	823.4688
01.02.07	REPOSICIÓN DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2" DE ESPESOR	m2	187.152	36.6	6849.7632
01.02.08	REPOSICIÓN DE VEREDA DE CONCRETO	m2	134.4	46.89	6302.016
01.02.09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJA DE REGISTRO 0.30 x 0.6 M	und.	56	110.61	6194.16
1.03 MOVIMIENTOS DE TIERRAS					
01.03.01	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA DE DE 0.6 M A 2.00 M DE PROFUNDIDAD	m3	187.152	18.3	3424.8816
01.03.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJA	m	311.92	1.44	449.1648
01.03.03	CAMA DE APOYO E= 0.10 M C/MAT. DE PRESTAMO	m	311.92	6.85	2136.652
01.03.04	SOBRECAMA PROTECTORA ENCIMA SCLAVE DE TUBERIA	m	311.92	14.34	4472.9328
01.03.05	MATERIAL PROPIO ZARANDEADO	m3	56.1456	10.57	593.45899
01.03.06	RELLENO COMPACTADO A PULSO DE 0.6 M A 2.00 M PROF.	m	311.92	7.11	2217.7512
01.03.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	83.0129	38.5	3195.9974
01.03.08	DESMONTAJE Y RETIRO DE TUBERIA ANTIGUA D=160 MM -PVC	m	311.92	2.64	823.4688
01.03.09	ELIMINACIÓN DE TUBERIA ANTIGUA DE D=160 MM -PVC	m3	0.93576	38.5	36.02676
1.04 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA DE ALCANTARILLADO					
01.04.01	SUMINISTRO DE TUBERIA PEAD, DN= 160MM	m	311.92	27.04	8434.3168
01.04.02	TUBERIA DE D=160 MM PUESTO EN OBRA	m	311.92	0.28	87.3376
01.04.03	INSTALACION DE TUBERIA DE DESAGÜE DN 160 MM -HDPE	m	311.92	0.85	265.132

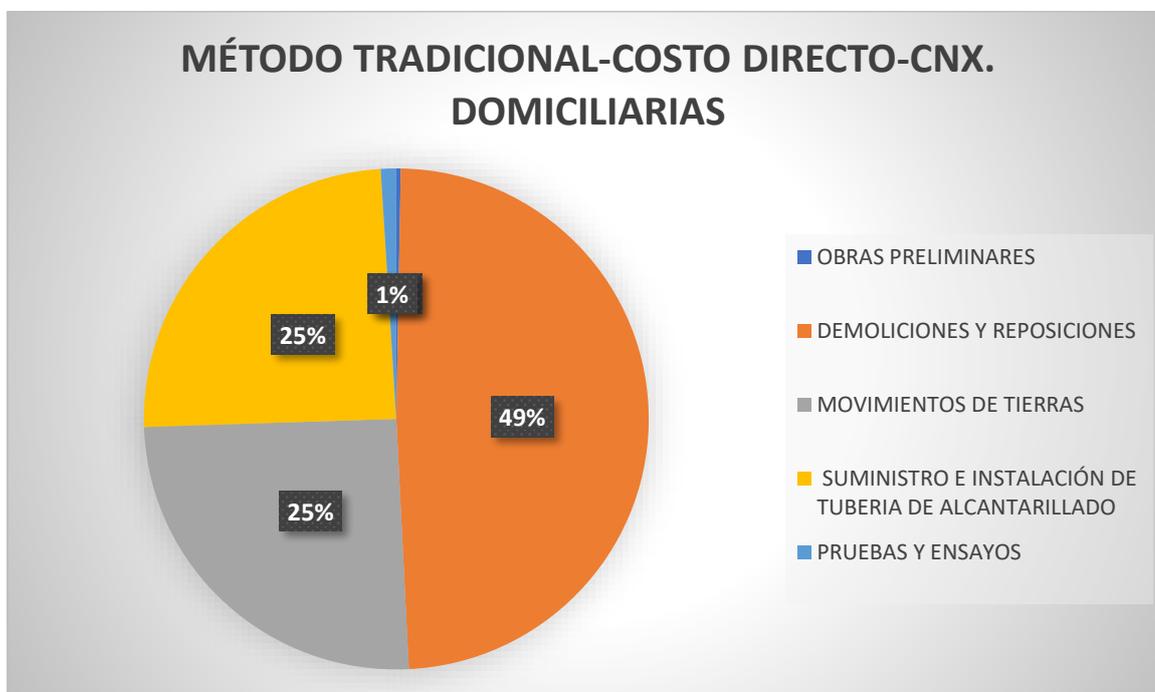
01.04.04	SUMINISTRO DE ABRAZADERA -HDPE MEC. CONEXIÓN DOMI. DN 160MM x 250 MM	und.	56	81.44	4560.64
01.04.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO 45° O 90° DN 160 MM-HDPE	und.	56	28	1568
01.04.06	INSTALACION DE ABRAZADERA-HDPE DN 160 MM	und.	56	34.3	1920.8
<hr/>					
1.05 PRUEBAS Y ENSAYOS					
01.05.01	PRUEBA HIDRÁULICA	metro	56	3.82	213.92
01.05.02	PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS	und.	6	77.21	463.26
					Costo directo s/. 68639.503

Nota. Fuente propia.

En la figura 65 podemos observar los porcentajes de incidencias de las diferentes partidas para la renovación de las conexiones domiciliaria de alcantarillado con el método tradicional, verificando que la partida de demolición y reparaciones es la de mayor incidencia.

Figura 65

Porcentaje de incidencia en el método tradicional – conexión domiciliaria.



Nota. Fuente propia.

2.3.7.10. Cuadro comparativo del gasto económico. Siguiendo con la línea de investigación, se emplea la tabla con la finalidad de efectuar comparaciones cuantitativas, por medio de los métodos tradicionales y el método sin zanja respecto a la red y conexiones domiciliarias de alcantarillado, teniendo en consideración los costos por [ml] por cada método y los ahorros porcentuales que representan. En la tabla 19 se presenta el cuadro comparativo del gasto económico que ocasiona la aplicación de cada método.

Tabla 19

Cuadro comparativo del método sin zanja y método tradicional – gasto económico

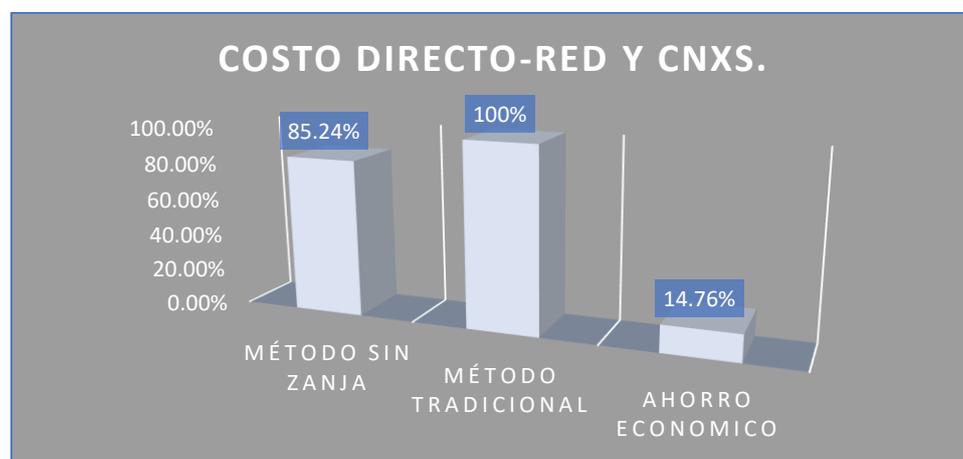
<i>Renovación de tubería de 200 mm a 250 mm-Red domiciliaria</i>			
<i>Método sin zanja</i>		<i>Método tradicional</i>	
<i>Costo en</i>	<i>costo por</i>	<i>Costo en</i>	<i>costo por</i>
<i>433.43 ml</i>	<i>M.L(s/.)</i>	<i>433.43 ml</i>	<i>M.L(s/.)</i>
<i>(s/.)</i>		<i>(s/.)</i>	
<i>98511.559</i>	<i>227.2833</i>	<i>151639.778</i>	<i>349.8599</i>
<i>Renovación de tubería de 160mm-conexión domiciliaria</i>			
<i>Método sin zanja</i>		<i>Método tradicional</i>	
<i>Costo en</i>	<i>costo por</i>	<i>Costo en</i>	<i>costo por</i>
<i>311.92 ml</i>	<i>M.L(s/.)</i>	<i>311.92 ml</i>	<i>M.L(s/.)</i>
<i>(s/.)</i>		<i>(s/.)</i>	
<i>89244.57</i>	<i>286.113</i>	<i>68639.5036</i>	<i>220.054</i>

Nota. Fuente propia.

De la tabla número 19 llegamos a concluir que, con la finalidad de alcanzar renovación de las redes y conexiones de alcantarillado en la urbanización de Santa Genoveva de Lurín, es conveniente aplicar el método sin zanja, ya que nos genera un considerable porcentaje de ahorro económico, cuantificado en un 14.76 % por [metro] lineal de renovación de tuberías a comparación de usar el método con zanja, de acuerdo a como llega a encontrarse en la figura 66.

Figura 66

Costos directos y ahorro económico de la red y conexiones domiciliarias- porcentaje

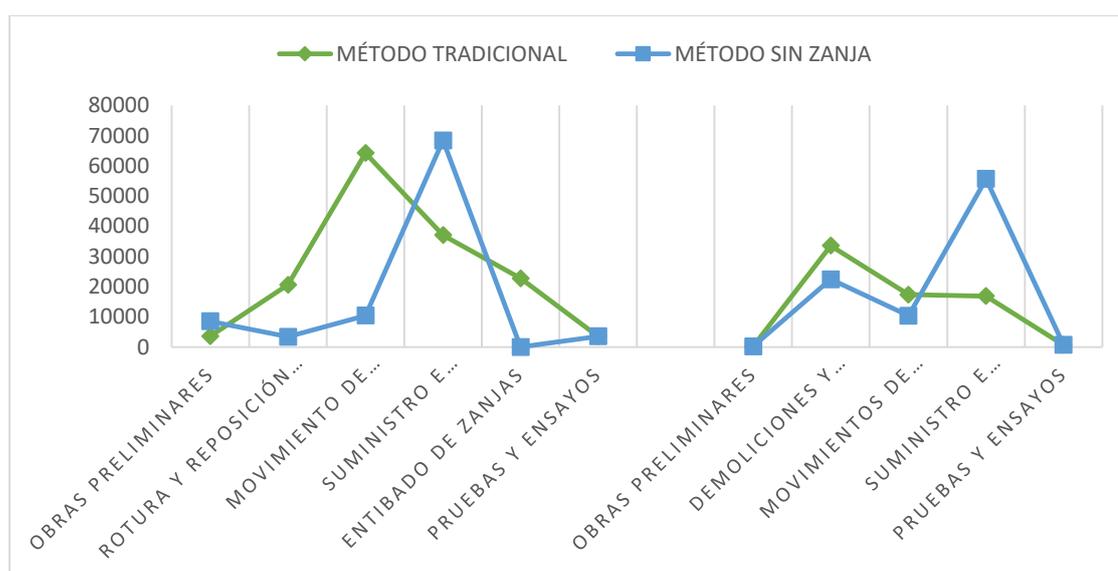


Nota. Fuente propia.

En la figura 67 tenemos un cuadro dinámico donde se hace el comparativo del costo directo de cada partida para la renovación de la red y conexiones del alcantarillado con el método tradicional y el método sin zanja.

Figura 67

Cuadro comparativo del costo directo del M. sin zanja y el M. tradicional – red y conexiones.



Nota. Fuente propia.

2.3.8 Medrado de eliminación de material excedente

2.3.8.1 Datos del tramo a evaluar

Esta información ya fue suministrada en el punto 2.4.3.1 mediante una tabla.

2.3.8.2. Cuadro de eliminación de material excedente del método sin zanja – Red domiciliaria.

En la tabla 20 se presenta el medrado de material excedente del método sin zanja para la red domiciliaria.

Tabla 20

Medrado de eliminación de material excedente-método sin zanja de la red domiciliaria.

METRADO DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE-MÉTODO SIN ZANJA				
PROYECTO:" ANÁLISIS SOSTENIBLE DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO –URB. SANTA GENOVEVA DE LURÍN-LIMA"				
PERÚ-LIMA				
ítem	Descripción	und.	medrado	parcial
1	MÉTODO SIN ZANJA			
1.05	ELIMINACIÓN DE M. EXCEDENTE-TUBERÍA DE 200mm			
1.05.01	Rotura de asfalto de 2 " de 4x0.8m2-ventana de inserción	M3	3.73	3.73
1.05.02	Demoliciones de media caña y muros del buzón para ventanas	M3	6.84	6.84
1.05.03	material excedente de la excavación	M3	15.881	15.881
			TOTAL,	26.451
			m3	

Nota. Fuente propia.

2.3.8.3. Cuadro de eliminación de material excedente del método tradicional – Red domiciliaria.

En la tabla 21 se presenta el medrado de material excedente que deriva de la utilización del método tradicional para el desarrollo de la red domiciliaria de alcantarillado.

Tabla 21

Metrado de exclusión de materiales excedentes-método tradicional de la red domiciliaria.

METRADO DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE-MÉTODO CON ZANJA				
PROYECTO:" ANÁLISIS SOSTENIBLE DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO –URB. SANTA GENOVEVA DE LURÍN-LIMA"				
PERÚ-LIMA				
ítem	Descripción	und.	metrado	parcial
1	MÉTODO TRADICIONAL			
1.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE-TUBERÍA DE 200mm			
1.05.01	Rotura de asfalto de 2 " de calicatas	M3	0.81	0.81
1.05.02	Rotura de asfalto de 2 " de 0.8x433.43m2-línea de tubería	M3	17.61	17.61
1.05.03	material excedente de la excavación de la línea	M3	376	376
			TOTAL,	394.42
			m3	

Nota. Fuente propia.

2.3.8.4. Cuadro de eliminación de material excedente del método sin zanja – Conexiones domiciliarias.

En la tabla 22 se presenta el metrado de material excedente del método sin zanja en las conexiones domiciliarias.

Tabla 22

Metrado de exclusión de materiales excedentes-método sin zanja de la conexión domiciliaria.

METRADO DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE- SIN ZANJA				
PROYECTO:" ANÁLISIS SOSTENIBLE DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO –URB. SANTA GENOVEVA DE LURÍN-LIMA"				
PERÚ-LIMA				
ítem	Descripción	und.	metrad	Parcial
1	MÉTODO SIN ZANJA-CONEXIONES			

1.05 ELIMINACIÓN DEL.EXCEDENTE- CONEXIONES DN 160 mm				
1.05.01	Demolición de caja y tapa –de CNX. De desagüe	m3	3.92	3.92
1.05.02	Corte y rotura del asfalto 2”		2.27584	2.27584
1.05.03	Corte y rotura de vereda e=10cm		13.44	13.44
1.05.04	Material excedente de excavación		34.13	34.13
1.05.05	Eliminación de tubería antigua PVC DN 160mm		0.5376	0.5376
			TOTAL	54.303

Nota. Fuente propia.

2.3.8.5. Cuadro de eliminación de material excedente del método tradicional – conexiones.

En la tabla 23 se presenta el metrado de material excedente que deriva de la utilización del método tradicional para alcantarillados en las conexiones domiciliarias.

Tabla 23

Medrado de exclusión de materiales excedentes-método tradicional de la conexión domiciliaria.

METRADO DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE- TRADICIONAL				
PROYECTO:" ANÁLISIS SOSTENIBLE DEL MÉTODO TRADICIONAL Y EL MÉTODO SIN ZANJA PARA LA RENOVACIÓN DE LA RED DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO –URB. SANTA GENOVEVA DE LURÍN-LIMA "				
PERÚ-LIMA				
ítem	Descripción	und.	metrado	Parcial
1 MÉTODO TRADICIONAL-CONEXIONES				
1.05 ELIMINACIÓN DEL.EXCEDENTE- CONEXIONES DN 160 mm				
1.05.01	Demolición de caja y tapa –de CNX. De desagüe		3.92	3.92
1.05.02	Corte y rotura del asfalto 2”		9.507	9.507
1.05.03	Corte y rotura de vereda e=10cm	m3	13.44	13.44
1.05.04	Material excedente de excavación		56.1456	56.1456
1.05.05	Eliminación de tubería antigua PVC DN 160mm		0.93576	0.93576
			TOTAL	83.94836

Nota. Fuente propia.

2.3.8.6. Cuadro comparativo de la contaminación ambiental. Seguidamente llega a emplearse una tabla con la finalidad de efectuar comparaciones cuantitativas, por medio de los métodos tradicionales y el método sin zanja de tuberías de alcantarillado, teniendo en consideración el material excedente a eliminar por [ml] de cada metodología y el beneficio que este llega a representar para nuestro medio ambiente. En la tabla 24 se presenta la eliminación de material excedente en comparación entre ambos métodos.

Tabla 24

Cuadro comparativo- eliminación de materiales excedentes de la renovación de la red y conexiones domiciliarias.

Eliminación de material excedente para renovación de tubería de 200 mm a 250mm				
Método sin zanja		Método tradicional		Reducción de exclusión de material
Exclusión de material excedente en 433.43 ml (m3)	Eliminación de material excedente por ml de tubería renovada (m3)	Eliminación de material excedente en 433.43 ml (m3)	Exclusión de material excedente por ml de tubería renovada (m3)	Porcentaje de mitigación
26.451	0.061	394.42	0.9099	93.29%
Eliminación de material excedente para renovación de las conexiones de DN 160 mm				
Método sin zanja		Método tradicional		Reducción de exclusión de material
Exclusión de material excedente en 311.92 ml (m3)	Eliminación de material excedente por ml de tubería renovada (m3)	Eliminación de material excedente en 311.92 ml (m3)	Exclusión de material excedente por ml de tubería renovada (m3)	Porcentaje de mitigación
54.3044	0.174	83.9483	0.269	35.31%

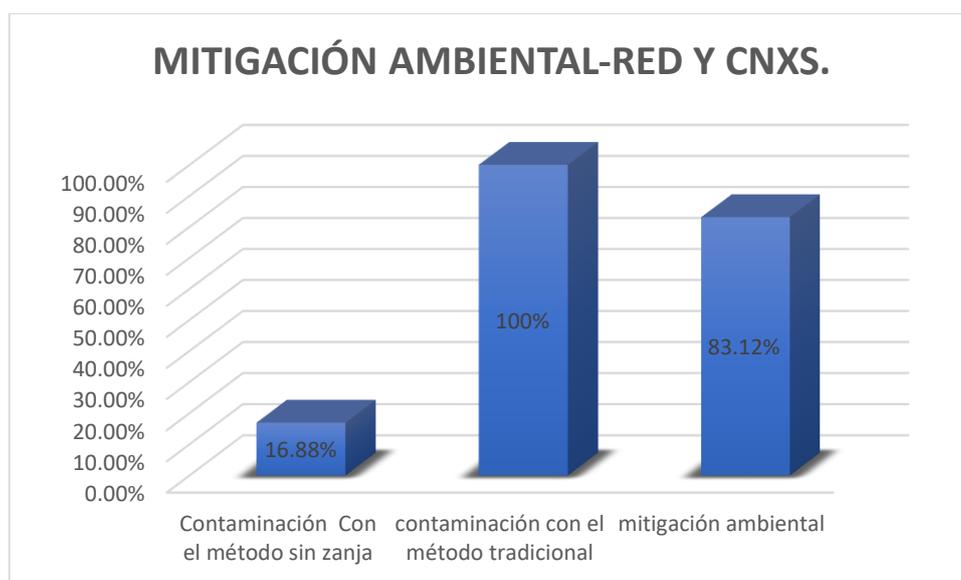
Nota. Fuente propia.

De la tabla número 24 se observa que para aminorar la contaminación ambiental cuando se desarrolle las modificaciones sobre la red y conexiones de alcantarillado en la urbanización de Santa Genoveva, es conveniente aplicar el método sin zanja, ya que nos genera un

considerable porcentaje de mitigación ambiental, cuantificado en un total de 83.12 % por m (metro) lineal de renovación de tubería a comparación de usar el método con zanja, presente en la figura 68 presentada a continuación.

Figura 68

Eliminación de material excedente y mitigación ambiental de la red y conexiones domiciliarias- porcentaje



Nota. Fuente propia.

2.4. Análisis del impacto socio ambiental

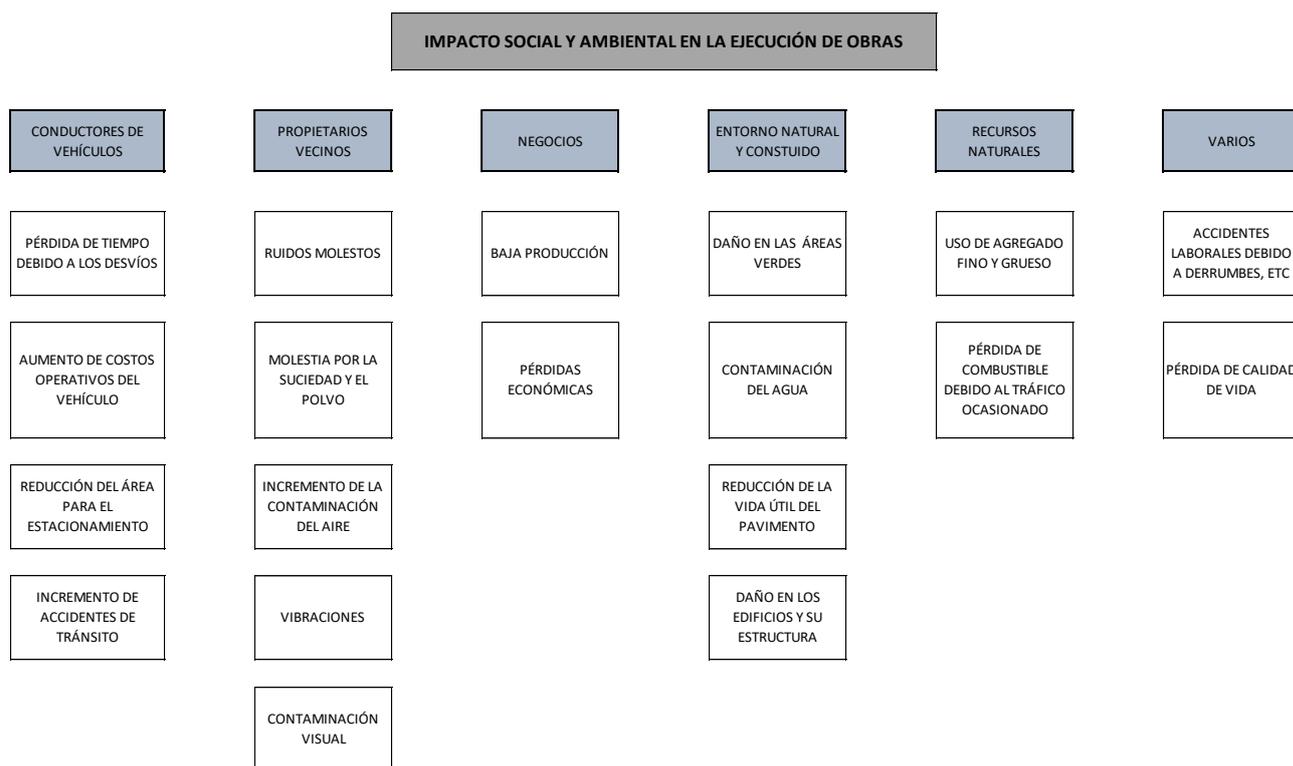
Durante mucho tiempo se ha aceptado que la metodología tradicional es capaz de causar una gran interrupción en el comercio y el público en general. Por lo tanto, una ventaja clave del método sin zanja es la capacidad de renovar y rehabilitar las tuberías existentes con una interrupción limitada del tráfico y las actividades comerciales, daños reducidos a las superficies pavimentadas existentes, menos impactos ambientales adversos y menos interrupción de los patrones de vida normales de las personas que viven, trabajan y compran en la zona de construcción. Por lo tanto, en los análisis a realizar sobre las metodologías de renovación de

tubería de alcantarillado, es necesario considerar los factores sociales y ambientales que tomaron mayor incidencia al pasar los años para el desarrollo de los proyectos de renovación de tubería. (Apeldoorn,2008)

En la figura 69 tenemos un mapa conceptual con algunas características del impacto socio ambiental que se puede generar al usar el método tradicional.

Figura 69

Mapa conceptual del impacto socio ambiental



Nota. Adaptada de *Factors of Social and Environmental impacts resulting from Utility Works*, por Apeldoorn,2008, Comparing the costs – trenchless versus traditional methods.

2.4.1. Factores ambientales

Anteriormente en los proyectos de construcción no tenía mucha relevancia los factores ambientales , tampoco se tomaba en cuenta el impacto que podía generar frente a la sociedad , al transcurso de los años se lograron desarrollar nuevas metodologías que reducen el impacto ambiental, como por ejemplo, maquinarias que su consumo de combustible es menor y genera menos emisión de ruidos y gases , también existen más controles sobre el tipo de material que se retira de los proyectos hacia los puntos de disposición, por lo que se desarrollan nuevas metodologías, como es el método sin zanja, que permite minimizar el impacto de las intervenciones realizadas en las obras civiles. (Buitrago, 2021)

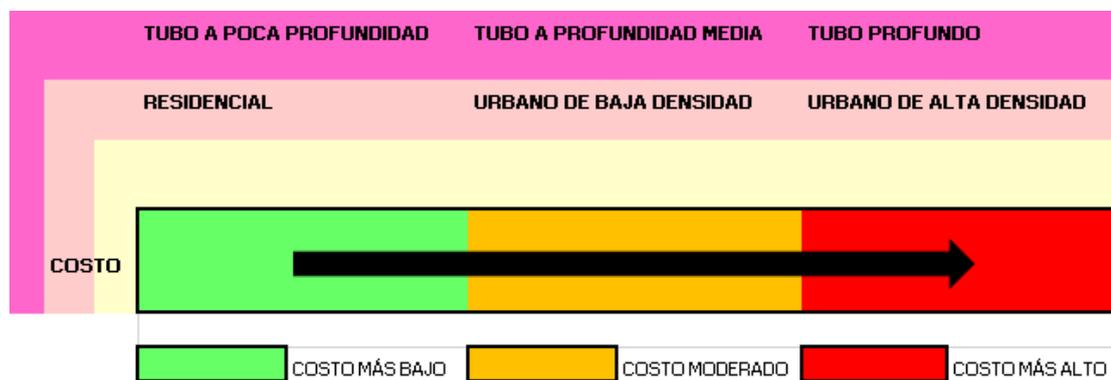
2.4.2. Factores sociales

A medida que pasan los años se ha involucrado de manera continua en el desarrollo de los proyectos de obras civiles, la población que se manifiesta de diferentes maneras, ya sea verbal, vía correo electrónico, vía legal y otros medios, generándose un inconformismo por parte de la población ya sea porque se generan afectaciones a la movilidad , emisión de polvo , emisión de ruido y emisiones de condiciones propias de las intervenciones o de los vehículos que suministran los materiales o retiran para disposición. (Buitrago, 2021)

En la metodología sin zanja tiende a tener mejores precios que las opciones del método con zanja en áreas urbanas de mayor densidad, donde el acceso, el control del tráfico y el costo de reposición de superficies se vuelven más costosas por metro de tubería, y donde las profundidades de las tuberías son mayores y requieren un apuntalamiento costoso e incrementos en los recursos de excavación como indica la figura número 70. (Apeldoorn,2008)

Figura 70

El costo de la excavación a zanja abierta aumenta con la profundidad de la tubería y la ubicación.



Nota. Adaptada de *Cost of open cut excavation increase with depth and location*, por Apeldoorn, 2008, Comparing the costs – trenchless versus traditional methods.

2.4.3 Principales categorías socio ambientales

2.4.3.1. Emisión de polvo. La metodología sin zanja llega a mitigar en gran medida la generación del polvo, ya que las intervenciones en la superficie se reducen en más del 90% comparado con los trabajos en zanja, que a la vez implica mayor facilidad en el control puntual del material particulado.

Por otro lado, la metodología tradicional genera una importante cantidad de polvo en sus alrededores, aumentando la necesidad de realizar limpieza, y por ello los costos llegan a aumentar. También, la calidad de vida de las personas que viven aledaños a la zona de trabajo disminuye.

La metodología sin zanja reduce las emisiones de gases en un 70% u 80% a comparación de la metodología tradicional. (Duque, 2018)

En la figura 71 se puede observar la emisión de polvo que genera el método tradicional, afectando a la población aledaña del punto de trabajo.

Figura 71

Emisión de polvo con el metodo tradicional



Nota. Adaptado de *Rehabilitación de la red de desagüe en Arequipa*, por MVCS,2018, Rehabilitación de agua potable y desagüe en Arequipa.

2.4.3.2. Emisión de ruido. En la metodología tradicional el equipo pesado de construcción genera un alto nivel de ruido en los lugares aledaños a la zona de trabajo, llegando a producir una contaminación acústica que superan los niveles a causa del tráfico en comparaciones normales.

La metodología sin zanja requiere del uso de equipos medianos, eficientes, que ofrecen los altos rendimientos, y que reduce significativamente impactos como el ruido, las vibraciones y las emisiones.

Adicionalmente, se llega a reducir la emisión de ruido en un 70% u 80% comparados al método tradicional. (Duque,2018)

En la figura 72 se puede observar la emisión de ruido que generan las maquinarias livianas y pesadas para desarrollar el método tradicional, afectando a la población aledaña del punto de trabajo.

Figura 72

Emision de ruido con el metodo tradicional



Nota. Adaptado de *Ruidos y vibraciones en la maquinaria de obra*, por Prevencionar, 2015, <https://prevencionar.com.mx/2015/12/07/descarga-manual-ruido-y-vibraciones-en-la-maquinaria-de-obra/>.

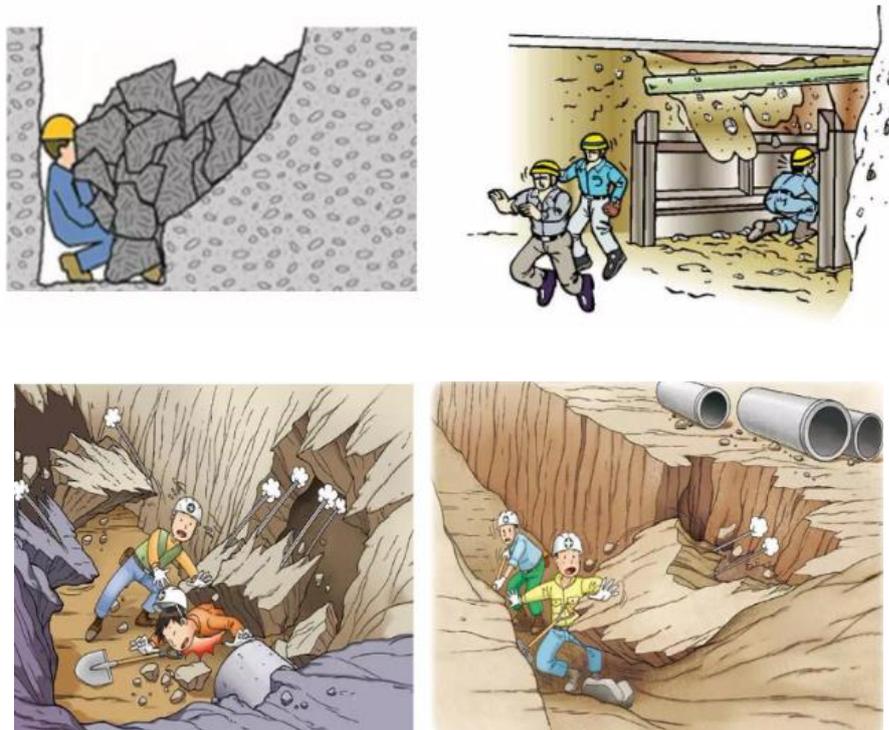
2.4.3.3. Seguridad del obrero. El método tradicional al aperturar la zanja representa un mayor riesgo para los obreros y peatones a comparación del método sin zanja. Los accidentes relacionados con la apertura de zanjas son aproximadamente el 112% mayor que el valor medio de los obreros de construcción en general.

La metodología sin zanja cuando son aplicadas correctamente y responsablemente, pueden disminuir la posibilidad de algún tipo de accidente con el personal obrero, de esa manera mejora las condiciones de seguridad tanto para los trabajadores como para la población. (Ojeda,2015)

En la figura 73 se puede observar los diferentes peligros y riesgos al que enfrentan los obreros y la población que circula cerca de la obra, a la apertura de una zanja.

Figura 73

Peligros y riesgos al realizar la excavación de una zanja.



Nota. Adaptado de *estabilidad de la excavación*, por Galindo, 2015, <https://es.slideshare.net/yanetyolanda/seguridad-en-excavaciones-y-zanjas-49013576>.

2.4.3.4. Pérdida en el comercio. En la metodología sin zanja es importante definir la ubicación de los pozos para evitar mayores afectaciones, ya que si no se tiene cuidado podrían interrumpir los accesos a los locales comerciales, talleres, edificios y negocios en los que se requiera flujo continuo de vehículos. Como consecuencia, las empresas llegan a perder clientes, que prefieren ir a lugares más confortables. (Duque,2018)

En la figura 74 se puede observar que, al desarrollar el método con zanja, perjudicamos a las viviendas aledañas con sus respectivos negocios, evitando el libre acceso a la zona de comercio.

Figura 74

Cierre de tiendas comerciales.



Nota. Adaptado de *Rehabilitación de la red principal de desagüe en Arequipa*, por MVCS, 2018, Rehabilitación de agua potable y desagüe en Arequipa.

2.4.3.5. Tráfico vehicular. La metodología sin zanja es una buena alternativa para poder mitigar este tipo de impactos ya que, si los proyectos son bien planeados, se puede aprovechar los segmentos de la metodología sin zanja para evitar realizar cruces viales, y evitar zonas de embotellamiento. Es importante resaltar el cumplimiento de los compromisos del plan de manejo transitorio, y también es recomendable analizar las jornadas laborables, ya que esta tecnología nos permite desarrollarla en horarios nocturnos, donde el flujo vehicular es menor que en el día. (Duque, 2018)

En la figura 75 se puede observar que, debido al uso del método tradicional y una mala señalización, se ocasiona un caos vehicular en la zona de trabajo.

Figura 75

Congestión vehicular en la apertura de zanjas.



Nota. Adaptado de *Obras de Sedapal en el distrito de La Victoria*, por R.P.P. Noticias ,2015, <https://rpp.pe/lima/actualidad/whatsapp-obras-de-sedapal-generan-accidente-vehicular-noticia-832521>.

El aspecto socio-ambiental se puede decir que el método sin zanja es más ventajoso debido a lo siguiente:

Tabla 25

Ventajas en el aspecto socio-ambiental del método sin zanja.

SISTEMA SIN ZANJA	SISTEMA TRADICIONAL
Congestión vehicular BAJA	Congestión vehicular ALTA
Obstrucción del tránsito peatonal BAJA	Obstrucción del tránsito peatonal PERMANENTE y MODERADO
Inseguridad en el tránsito peatonal BAJO	Inseguridad en el tránsito peatonal PERMANENTE y MODERADO
Cierre de comercios BAJO	Cierre de comercios MODERADO y ALTO

Contaminación del suelo MODERADO	Contaminación del suelo ALTO
Contaminación acústica por el uso de sus equipos y herramientas BAJO y MODERADO	Contaminación acústica por el uso de sus equipos y herramientas ALTO
Contaminación del aire por el uso de sus equipos y herramientas MODERADO	Contaminación del aire por el uso de sus equipos y herramientas ALTO
Alteraciones del paisaje de la zona BAJO y MODERADO	Alteraciones del paisaje de la zona ALTO
Desorden público (peatones y vehicular) BAJO	Desorden público (peatones y vehicular) ALTO
Dificultades con los servicios de agua y desagüe MODERADO	Dificultades con los servicios de agua y desagüe MODERADO

Nota. Adaptado de *Ventajas en el aspecto socio. Ambiental del método Pipe Bursting*, por Esplana, 2018, <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/530/T037-46771572-T.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

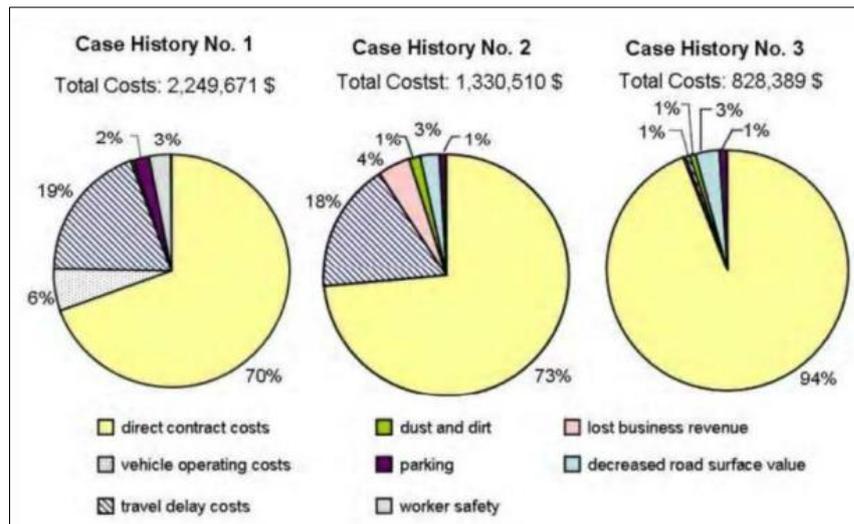
2.4.3.6. Costo Social. Las empresas de servicio público han reconocido la existencia de costos sociales como parte de la realización de un proyecto de construcción, pero muy pocas veces se tienen en cuenta dentro de las estimaciones del proyecto durante las etapas de planificación ya que son difíciles de estimar utilizando métodos de estimación estándar.

Unas estimaciones de los costos sociales para proyectos con el método tradicional han variado del 6% al 78% del costo directo e indirecto del proyecto, por otro lado, en el método sin zanja se han estimado un costo social inferior a solo el 3%. (Pucker, 2006)

Existen otros estudios como el realizado en los Estados Unidos como se muestra en la figura 76, donde se analizaron la contribución de los costos sociales y costo directo con el método tradicional en tres casos, los dos primeros casos se llevaron a cabo en una ciudad con un área de alta densidad, mientras que el tercero se llevó a cabo en un área residencial. (Apeldoorn, 2008)

Figura 76

Contribución de las diferentes categorías de los costos sociales y el costo directo.



Nota. Adaptado de *Total Costs for the 3 case studies including Social Costs*, por Apeldoorn, 2008, Comparing the costs – trenchless versus traditional methods.

En la figura número 76 podemos observar que, al utilizar el método tradicional en zonas con alta densidad poblacional, uno de los costos sociales con mayor incidencia es el costo de operación de vehículos, lo cual es generada al realizar rutas de desvío producto de las obras, como es el caso n°1 y n° 2.

2.5 Discusión de resultados

En este capítulo, se presenta la discusión de resultados del método sin zanja con el propósito de alcanzar la modificación de la red domiciliaria de alcantarillado en la avenida Puruhuay, urbanización Santa Genoveva, Distrito y provincia de Lurín.

Con los resultados que se obtuvieron aplicando el método sin zanja, identificamos diferencias significativas, a comparación del método tradicional, reduciendo significativamente los costos directos y la contaminación ambiental.

En los resultados obtenidos sobre el costo directo en la renovación de la red domiciliaria de alcantarillado coinciden parcialmente con los obtenidos en el trabajo de Esplana Matamoros “Deficiencia del sistema de alcantarillado del proyecto Lima Norte II y ventajas del sistema *Pipe Bursting*”, en el cual se determinó que el método con zanja supera en un 26.6% con respecto al método sin zanja en el gasto económico para la renovación de la tubería de alcantarillado. En el presente trabajo según la tabla 19 los resultados que se obtuvieron se pudo determinar el costo directo por metros lineales del método tradicional para la renovación de la red y conexiones domiciliarias del alcantarillado, es de 569.91 soles, y también el costo directo por metros lineales del método sin zanja, es de 513.39 soles, llegando a determinar un ahorro económico del 14.76%, y con estos resultados positivos pudimos satisfacer nuestro primer objetivo específico.

Se observó que las partidas más influyentes para llevarse a cabo la diferencia económica entre un método y la otra, es que el método con zanja necesita de mayor movimiento de tierra, movilizaciones de maquinaria pesada y exclusión de materiales excedentes.

Los resultados obtenidos en cuanto a la eliminación de material excedente en la modificación de la red y conexiones domiciliarias de alcantarillado, la variación es de un 11.84% con respecto al trabajo de Esplana Matamoros “Deficiencia del sistema de

alcantarillado del proyecto Lima Norte II y ventajas del sistema *Pipe Bursting*”, en el cual se determinó que el método tradicional tiene mayor cantidad de movimiento de tierra con respecto al método sin zanja, asimismo el material excedente que provoca el método tradicional a comparación del método sin zanja es de un 90%. Sin embargo, en el presente trabajo, según la tabla 24 los resultados que se obtuvieron en la eliminación de material excedente, fueron tremendamente positivos para satisfacer a nuestro segundo objetivo específico, llegando a diferenciar en un 83.12% de eliminación de material excedente a comparación del método tradicional, es ahí donde también debemos de dar la importancia correspondiente, ya que es un índice claro de poder contribuir a evitar la contaminación ambiental.

El método tradicional de excavación para la renovación de redes y conexiones de alcantarillado tiene impactos socio ambientales significativos, como la generación de ruido, emisión de gases, vibraciones y polvo. Además, este método implica la remoción de grandes cantidades de material excedente, lo que puede llevar a problemas de disposición de residuos y contaminación del suelo. Sin embargo, el método tradicional se ha utilizado durante décadas y es ampliamente conocido y dominado por los profesionales de la construcción.

Por otro lado, el método sin zanja tiene ventajas ambientales y sociales, ya que reduce significativamente la cantidad de material excedente generado durante el proceso de renovación y minimiza la contaminación del suelo. Además, el método sin zanja también reduce el ruido, las vibraciones y el polvo, lo que puede disminuir el impacto negativo en la calidad de vida de las personas que viven cerca de la obra. Sin embargo, el método sin zanja puede requerir una mayor inversión inicial en tecnología y equipo especializado, lo que podría aumentar el costo del proyecto en comparación con el método tradicional. Además, el método sin zanja puede ser menos conocido y dominado por los profesionales de la construcción, lo que puede llevar a una menor confianza en su uso y aplicación.

En resumen, ambos métodos tienen sus pros y contras en términos de impactos socioambientales. La selección del método adecuado dependerá de una evaluación detallada de las condiciones específicas del proyecto, incluidas las limitaciones financieras, las restricciones geográficas y las preocupaciones ambientales y sociales.

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

En el proyecto de “Optimización de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Sectorización, Rehabilitación de redes y actualización de catastro – Área de influencia Planta Huachipa - Área de Drenaje Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra y Sectores 84, 83, 85 y 212) – Lima”. Consideró como aportes más importantes las siguientes actividades:

- Supervisión de la corrección de los tramos de alcantarillado mal ejecutados con el método sin zanja.

- Apoyo en las valorizaciones de los tramos bien ejecutados en las redes de alcantarillado

- Supervisión de la soldadura por electro fusión y termo fusión.

- Informar de las limitaciones del método sin zanja.

- Describir los aspectos socio ambientales que se obtiene al realizar el método tradicional.

IV. CONCLUSIONES

Se realizó el análisis comparativo del método sin zanja y el método tradicional con el propósito de alcanzar la renovación de la red y conexiones domiciliarias de alcantarillado en la urbanización Santa Genoveva de Lurín; por lo expuesto anteriormente se permite concluir que:

La renovación de la red y conexiones domiciliaria de alcantarillado con el método sin zanja, tuvo resultados positivos a comparación del método tradicional, tanto en el aspecto económico como ambiental.

En relación al aspecto económico, después de evaluar el presupuesto que se genera al realizar la renovación de la red y conexiones domiciliarias de alcantarillado, con el método con tradicional y el método sin zanja, llegamos a la conclusión que existe una diferencia considerable del 14.76%, según indica la tabla 19, donde el menor costo económico por metro lineal de tubería renovada, es del método sin zanja.

En relación al aspecto ambiental, según la tabla 24, se puede observar que el mayor cubicaje de material excedente a eliminar, es del método tradicional, que es de 1.178 m³ por metro lineal de tubería renovada de línea más conexiones domiciliarias de alcantarillado , asimismo pudimos ver la notable diferencia a comparación del material excedente que se genera al aplicar el método sin zanja, que es de 0.235m³ por metro lineal de tubería renovada de la línea y conexiones domiciliarias de alcantarillado; con todo esto se llegó a la conclusión que el método sin zanja tiene un aporte significativo para poder mitigar la contaminación ambiental.

V. RECOMENDACIONES

Considerando los beneficios que nos trae el método sin zanja, recomiendo el uso adecuado de dicha metodología, para tratar de evitar recurrir al método tradicional, ya que genera mayor contaminación ambiental con respecto al método sin zanja.

Recomiendo el empleo de la tubería de polietileno de altas densidades, ya que posee propiedades físicas y químicas favorables para el tiempo de vida de dicho material.

Recomiendo hacer un análisis a detalle sobre los costos que ocasiona cada metodología de trabajo, debido a que cada tramo de alcantarillado puede presentar diferentes casos para su debida ejecución.

Recomiendo realizar un estudio para poder identificar los motivos por la cual no se está usando el método sin zanja en la mayoría de proyectos de rehabilitación de tuberías de alcantarillado, ya que nos trae muchos beneficios para la economía y para el cuidado del medio ambiente.

VI. REFERENCIAS

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.(15 de enero de 2012). *A Retrospective Evaluation of Cured-in-Place Pipe (CIPP) Used in Municipal Gravity Sewers* [Trabajo de investigación, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos].
https://www.researchgate.net/publication/269336320_A_Retrospective_Evaluation_of_Cured-in-Place_Pipe_CIPP_Used_in_Municipal_Gravity_Sewers
- AM Group (s.f.). *Características de las zanjas para tuberías plásticas enterradas*.<https://www.aristegui.info/caracteristicas-de-las-zanjas-para-tuberias-plasticas-enterradas/>
- Apeldoorn, S. (2008). *Comparing the costs – trenchless versus traditional methods* .
<https://drshahpak.weebly.com/uploads/5/6/3/3/5633102/comparingthecosts-trenchlessversustraditionalmethods.pdf>
- Arce, J. (2016). *Aplicación de la tecnología sin zanja para mejorar la productividad en la rehabilitación de redes de alcantarillado, Comas 2016* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12597>
- Arriagada, F. (2005). *Renovación de tuberías de alcantarillado mediante sistema de fragmentación neumática o cracking* [Tesis de pregrado, Universidad Austral De Chile]. <https://bit.ly/3iZYxMB>
- American Society of Civil Engineers. (2006). *Pipeline Design for Installation by Horizontal Directional Drilling*.<https://ascelibrary.org/doi/book/10.1061/9780784408049>
- Balairón, L.(s.f.). *Soldadura térmica en tuberías de polietileno* [Informe técnico, Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos] <https://bit.ly/3D2B7wO>

- Balairón, L.(2008). *Tubería de polietileno manual técnico* [Manual técnico, Aenorediciones].<http://www.asetub.es/publicaciones/manuales-tecnicos/item/31-manual-tecnico-de-tuberias-de-polietileno-pe>
- Barbosa, G. (2013). *Estudio de la aplicación de tecnologías trenchless en Bogotá* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia].<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/e7c4bac4-a145-4cf2-aa2a-4bf0b59664f0/content>
- Bravo, V. (2015). *Introducción a los impactos ambientales sobre los recursos naturales* [Trabajo de investigación, Fundación Bariloche].
https://fundacionbariloche.org.ar/wp-content/uploads/2021/06/INTRODUCCION-A-LOS-IMPACTOS-AMBIENTALES-VB-2015.docx1_.pdf
- Buitrago, M. (2021). *Análisis de la efectividad de los métodos sin zanja (pipe bursting y perforación horizontal dirigida PHD) para renovación de redes y cruces viales de redes de acueducto y alcantarillado en Bogotá D.C.* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/28504/BuitragoMonta%C3%B1ezWilsonAlexander2021.pdf?sequence=4>
- Chafloque, W.(2014). *Tuberías de desagüe* [informe, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://dokumen.tips/education/instalaciones-de-desague.html?page=2>
- Chumpitaz ,J. (2015). *Procesos constructivos en el mantenimiento y reparación de redes de alcantarillado* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería].<https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/4807>

- Díaz, A. (2014). *Análisis de los sobrecostos producidos debido a deficiencias en los rendimientos; generados por efectos externos a la obra; mediante la metodología: DISRUPTION-MEASURED MILE*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1876/ICI_201.pdf?sequence
- Duque, J. (2018). *Beneficios socio-ambientales de las Tecnologías Sin Zanja en Colombia*. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13211/JuanEsteban_DuqueCall_ejas_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Echevarría, L. y Mantilla, U. (2019). *Proceso constructivo del sistema de agua potable utilizando el método de cracking, para la sustitución de tuberías en el centro cívico de la ciudad de Trujillo*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4627/1/T_CIV_CLEVER.EC_HEVERRIA_URIEL.MANTILLA_AGUA.POTABLE.CRACKING_DATOS.pdf
- Empresa Municipal de Servicios Públicos de Arauca. (2020). *Recuperación de pozo principal de alcantarillado en la avenida Rondón*. <https://www.emserpa.gov.co/sitio/es/397-emserpa-inicio-trabajos-de-recuperacion-de-pozo-principal-de-alcantarillado-en-la-avenida-rondon.html>
- Esplana, A. (2018). *Deficiencia del sistema de alcantarillado del proyecto Lima Norte II y ventajas del sistema "PIPE BURSTING"* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. <https://bit.ly/3HgJ0RX>
- Felicidad, S. (2015). *Métodos de excavación sin zanjas*. [Tesis de master, Universidad Politécnica De Madrid] <https://bit.ly/3GUEiYD>
- Guabloche, J. y Gutiérrez, A. (2020). *Crecimiento de la población peruana y estructura demográfica*. [Artículo, B.C.R.P.]. https://www.bcrp.gov.pe/docs/Publicaciones/Revista_Moneda/moneda-190/moneda-190-07.pdf

Herrera, E. (2020). *Método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Del Norte]. <https://bit.ly/3J0dWHx>

Hidrotec (2016). *Inspección con cámara de tv en tuberías de obras nuevas*.

<https://www.hidrotec.com/blog/inspeccion-con-camara-de-tv-en-obra-nuevas/>

Icochea (2020). *Cómo se hace una soldadura por electrofusión en tubos y accesorios de PE*.

<https://www.aristegui.info/como-se-hace-una-soldadura-por-electrofusion-en-tubos-y-accesorios-de-pe/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2010). *Mapa del déficit de agua y saneamiento básico a nivel distrital, 2007* [Mapas Temáticos, Instituto Nacional De Estadística E Informática]. <https://bit.ly/2luFNpg>

Instituto Nacional de Estadística e Informática .(2017). *Acceso a servicios de las viviendas particulares censadas* [Acceso a servicios Básicos de las viviendas particulares censadas, Instituto Nacional De Estadística E

Informática]. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1661/cap05.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Estado de la población peruana 2020*. [Población en el mundo, Instituto Nacional De Estadística E Informática].

https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1743/Libro.pdf

International Pipe Bursting Association.(2012). *Guideline for Pipe Bursting*[Asociación internacional de estallido de tuberías]. <https://bit.ly/3wjch8w>

López, R.(2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*

https://www.academia.edu/35920755/Este_89822446_Alcantarillados_Lopez_Cualla_OCR

Luna, J. (2018). *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*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa]. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/34c2be8c-9d91-46ec-9ff1-3086de51f9e2>

Mínguez, S. (2015). *Métodos de excavación sin zanja*. [Tesis de master, Master Universitario en Ingeniería de las Estructuras, Cimentaciones y Materiales].https://oa.upm.es/37225/1/Tesis_master_Felicidad_Minguez_Santiago.pdf

Ministerio de Vivienda , Construcción y Saneamiento. (2014). *Guía de métodos para rehabilitar o renovar redes de distribución de agua potable* [Resolución Ministerial, Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento].<https://ww3.vivienda.gob.pe/grd/docs/normassectorialestado/Normas%20Sectoriales%20GRD/03%20Resoluciones%20GRD%20-%20Sectorial/06%20RM%20N%C2%B0%20019-2014-VIVIENDA.pdf>

Ojeda, J. (2015). *Análisis comparativo entre el método pipe bursting y el método tradicional en la renovación tuberías de desagüe*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas]. <https://bit.ly/3HmUBiB>

Organización panamericana de la salud. (2009). *Saneamiento rural y salud Guía para acciones a nivel local* [Organización panamericana de la salud]
<https://iris.paho.org/handle/10665.2/52823>

Oshiro, M.(2012). *Ficha estándar de familia del catálogo de bienes, servicios y obras del MEF* [Ficha estándar, Ministerio de Economía y Finanzas].

https://www.mef.gob.pe/contenidos/doc_siga/catalogo/ctlogo_familias_tubos_PVC.pdf

Plastics Pipe Institute. (2007). Handbook of polyethylene pipe. Second edition.

<https://usfusion.com/wp-content/uploads/2021/07/USF-The-Plastics-Pipe-Institute-Handbook-Polyethylene-Pipe.pdf>

Pucker, J. (2006). *Social cost in construction projects*.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925516303419>

Revista Constructivo (2019). *Inversión para la apertura de nueva planta de tubos corrugados de polietileno de alta densidad*.[https://constructivo.com/actualidad/tigre-ads-anuncia-](https://constructivo.com/actualidad/tigre-ads-anuncia-una-nueva-inversion-para-la-apertura-de-nueva-planta-de-tubos-corrugados-de-poli-etileno-de-alta-densidad-1523481644)

[una-nueva-inversion-para-la-apertura-de-nueva-planta-de-tubos-corrugados-de-poli-etileno-de-alta-densidad-1523481644](https://constructivo.com/actualidad/tigre-ads-anuncia-una-nueva-inversion-para-la-apertura-de-nueva-planta-de-tubos-corrugados-de-poli-etileno-de-alta-densidad-1523481644)

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. (2013). *Memoria anual 2013*.

<https://www.smv.gob.pe/ConsultasP8/temp/Memoria%202013%20-%20202.pdf>

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima.(2019). *Memoria de gestión anual*

2019.<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1679523/Memoria%20V051120.pdf.pdf?v=1613660365>

Sistema Informático de Monitoreo de Expedientes. (s.f.). *Información técnica de tuberías* [Informe técnico, Sistema informático de monitoreo de expediente].

<https://bit.ly/3XIgu11>

Superintendencia Nacional De Servicios de Saneamiento. (2021). *Sistema de indicadores e índices de la gestión de los prestadores de los servicios de saneamiento* [Proyecto

normativo, Superintendencia Nacional de Servicios de

Saneamiento]. https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2021/08/PNI-06-ProyectoNormativo_cc-1RRRRRR.pdf

Tigre. (s.f.). *Polietileno de alta densidad para conducción de agua potable y riego* [Catálogo de productos, Tigre Bolivia]. <https://bit.ly/3GZnlwe>

Tudiario (2019). *Corrigen construcción de sistema de agua y desagüe en la ciudad de ambo*. <https://tudiariohuanuco.pe/actualidad/corrigen-construccion-del-sistema-de-agua-y-desague-de-la-ciudad-de-ambo/>

Tuberías, Válvulas y Conexiones Mexmarket. (2023). *Tubo PVC alcantarillado sanitario*. <https://tuvacomsa.com/tubo-pvc-alcantarillado-sanitario-serie-metrica>

United States Army Corps Engineers. (2001). *Guidelines for pipe bursting*. https://www.academia.edu/48467477/Guidelines_for_pipe_bursting

Viana, F. (2004). *Técnicas de construcción fundamentas en la tecnología sin zanjas* [Tesis de pregrado, Universidad De San Carlos De Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2488_C.pdf

VII. ANEXOS

- **Anexo A:** Análisis de precios unitarios del método con zanja
- **Anexo B:** Análisis de precios unitarios del método sin zanja
- **Anexo C:** Planos de desagüe

Anexo A

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA

GLB/DIA	1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por :glb	672.14	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla		Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000		8.0000	24.12	192.96
PEON	hh	2.0000		16.0000	17.56	280.96
						473.92
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	473.92	14.22
RETROEXCAVADORA	hm	1.0000		8.0000	15.00	120.00
MOTOBOMBA	hm	1.0000		8.0000	8.00	64.00
						198.22

TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DE ZANJA

m/DIA	1,500.0000	EQ. 1,500.0000		Costo unitario directo por : ml	0.68	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla		Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.5000		0.0027	24.73	0.07
TOPOGRAFO	hh	1.0000		0.0053	19.95	0.11
PEON	hh	3.0000		0.0160	17.56	0.28
						0.45
Materiales						
Cal de obra en bolsa	und			0.0047	8.0000	0.04
Pintura esmalte sintético (galón)	und			0.0002	35.0000	0.01
						0.04
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.45	0.01
Nivel topográfico AFL320 E=0,3" con trípode y accesorios	hm	1.0000		0.0053	7.77	0.04
Equipo de estación total precisión 5" G608M	hm	1.0000		0.0053	21.17	0.11
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo			4.0000	0.45	0.02
						0.19

CALICATAS PARA UBIC. INTERFERENCIAS (3m x 1m), H<2.00 m - ASFALTO DE 2"

m2/DIA 39.0000 EQ. 39.0000 Costo unitario directo por : m2 54.29

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.2051	24.73	5.07
OPERARIO	hh	2.0000	0.4103	19.05	7.82
PEON	hh	1.0000	0.2051	17.21	3.53
					16.42
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.42	0.49
RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	0.2051	170.00	34.87
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	16.42	0.66
CORTADORA DE ASFALTO HASTA 6"	hm	1.0000	0.2051	9.00	1.85
					37.87

CORTE Y ROTURA PAVIMENTO FLEXIBLE 2" ASFALTO

m2/DIA 80.0000 EQ. 80.0000 Costo unitario directo por : m2 12.73

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	24.73	0.25
OPERARIO	hh	1.7000	0.1700	24.12	4.10
PEON	hh	0.3000	0.0300	17.56	0.53
					4.87
materiales					
Agua	m3		0.1680	12.00	2.02
DISCO PARA CORTE	und		0.0010	1,990.00	1.99
					2.02
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.87	0.15
MARTILLO CINCEL PARA CORTE	hm	1.0000	0.1000	22.00	2.20
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	4.87	0.19

CAMIONETA	hh	0.2500	0.0250	31.00	0.78
COMPRESORA NEUMATICA	hh	0.1350	0.0135	28.00	0.38
CORTADORA DE PAVIMENTO	hh	1.0000	0.1000	19.90	1.99
MARTILLO NEUMATICO	hh	0.2500	0.0250	6.10	0.15
					5.84

IMPRIMACION ASFALTICA

m2/DIA 1,600.0000 EQ. 1,600.0000 Costo unitario directo por : m2 **4.40**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

SUBCONTRATOS

IMPRIMACION ASFALTICA MC-30 DOSIF. 0.4gl/m2	m2		1.0000	4.4	4.40
					4.40

COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2"

m2/DIA 1,200.0000 EQ. 1,200.0000 Costo unitario directo por : m2 **36.60**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

SUBCONTRATOS

COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2"	m2		1.0000	36.6	36.60
					36.60

DESMONTAJE Y RETIRO DE TUBERIA EXISTENTE (PVC-DN200mm)

m2/DIA 103.0000 EQ. 103.0000 Costo unitario directo por : m2 **3.67**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0078	24.73	0.19
OPERARIO	hh	1.0000	0.0777	24.12	1.87
PEON	hh	1.0000	0.0777	17.56	1.36
					3.43
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.43	0.10
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	3.43	0.14
					0.24

EXCAVACIÓN DE ZANJA (A=0.8m) CON MQ. TERRE-NORMAL- DN 250 DE 1.26m a 1.50 m PROF.

m/DIA 210 EQ. 210 Costo unitario directo por : ml **7.355047238**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1	0.003809524	24.73	0.094209524
PEON	hh	1	0.038095238	17.56	0.668952381
					0.763161905
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3	0.763161905	0.022894857
RETROEXCAVADORA	hm	1	0.038095238	170	6.476190476
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4	2.32	0.0928
					6.591885333

EXCAVACIÓN DE ZANJA (A=0.8m) CON MQ. TERRE-NORMAL- DN 250 DE 1.51m a 1.75 m PROF.

m/DIA 165 EQ. 165 Costo unitario directo por : ml 9.335660121

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1	0.004848485	24.73	0.11990303
PEON	hh	1	0.048484848	17.56	0.851393939
					0.97129697
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3	0.97129697	0.029138909
RETROEXCAVADORA	hm	1	0.048484848	170	8.242424242
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4	2.32	0.0928
					8.364363152

EXCAVACIÓN DE ZANJA (A=0.8m) CON MQ. TERRE-NORMAL- DN 250 DE 1.76m a 2.00 m PROF.

m/DIA 135.0000 EQ. 135.0000 Costo unitario directo por : ml 12.55

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0059	24.73	0.15
OFICIAL	hh	1.0000	0.0593	19.05	1.13
PEON	hh	1.0000	0.0593	17.56	1.04
					2.32
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.32	0.07
RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	0.0593	170.00	10.07
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	2.32	0.09
					10.24

01.02.04 REFINE Y NIVEL DE ZANJA TERR-NORMAL PARA TUB. DN 250 MM PARA TODA PROFUN.

m/DIA 300.0000 EQ. 300.0000 Costo unitario directo por : m 1.64

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	24.73	0.07
OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	24.12	0.64
PEON	hh	1.0000	0.0267	17.56	0.47
					1.18
Materiales					
YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0045	12.00	0.05
					0.05
Equipos					
NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0033	112.00	0.37
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.17	0.04
					0.41

RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA CON MATERIAL DE PRESTAMO (0.8m) DE 1.26M A 1.50 M DE PROF.

m/DIA 120 EQ. 120 Costo unitario directo por : m 29.216986

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	5	0.333333333	17.56	5.853333333
CAPATAZ	hh	0.1	0.006666667	24.73	0.164866667
OPERARIO	hh	1	0.066666667	24.12	1.608
					7.6262
Materiales					
AGUA INCLUYE TRANSPORTE (CAMION CISTERNA)	m		0.032	12	0.384
MATERIAL DE PRESTAMO(ARENA GRUESA)	m3		0.387	52	20.124
					20.508
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3	7.6262	0.228786
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4	9.15	0.366
MOTOBOMBA 10 HP	hm	1	0.08	6.1	0.488
					1.082786

RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA CON MATERIAL DE PRESTAMO (0.8m) DE 1.51M A 1.75 M DE PROF.

m/DIA 110 EQ. 110 Costo unitario directo por : m **32.25107564**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	5	0.363636364	17.56	6.385454545
CAPATAZ	hh	0.1	0.007272727	24.73	0.179854545
OPERARIO	hh	1	0.072727273	24.12	1.754181818
					8.319490909
Materiales					
AGUA INCLUYE TRANSPORTE (CAMION CISTERNA)	m		0.039	12	0.468
MATERIAL DE PRESTAMO(ARENA GRUESA)	m3		0.43	52	22.36
					22.828
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3	8.319490909	0.249584727
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4	9.15	0.366
MOTOBOMBA 10 HP	hm	1	0.08	6.1	0.488
					1.103584727

RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA CON MATERIAL DE PRESTAMO (0.8m) DE 1.76M A 2.00 M DE PROF.

m/DIA 100 EQ. 100 Costo unitario directo por : m **35.8279832**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	5	0.4	17.56	7.024
CAPATAZ	hh	0.1	0.008	24.73	0.19784
OPERARIO	hh	1	0.08	24.12	1.9296
					9.15144
Materiales					
AGUA INCLUYE TRANSPORTE (CAMION CISTERNA)	m		0.049	12	0.588
MATERIAL DE PRESTAMO(ARENA GRUESA)	m3		0.48	52	24.96
					25.548

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3	9.15144	0.2745432
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4	9.15	0.366
MOTOBOMBA 10 HP	hm	1	0.08	6.1	0.488
					1.1285432

RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO DE 1.26M A 1.50M

m/DIA 90 EQ. 90 Costo unitario directo por : m **19.89763967**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1	0.008888889	24.73	0.219822222
PEON	hh	5	0.444444444	17.56	7.804444444
OPERARIO	hh	1	0.088888889	24.12	2.144
					10.16826667
Materiales					
AGUA INCLUYE TRANSPORTE (CAMION CISTERNA)	m		0.041	12	0.492
MATERIAL PROPIO ZARANDEADO	M3		0.6	7.15	4.29
					4.782
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3	10.16826667	0.305048
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4	15.25	0.61
PLANCHA COMPACTADORA	hm	1	0.1333	30.25	4.032325
					4.947373

MATERIAL GRANULAR , AFIRMADO ZARANDEADO	m3	0.1850	33.00	6.105
---	----	--------	-------	-------

8.805**Equipos**

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	7.23	0.22
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo	4.0000	7.23	0.29
COMPACTADORA VIBRATORIA	hm	1.0000	0.0800	5.80

0.97**RELLENO Y COMPACTACIÓN DE CALICATAS (3MX1M)Hprome.<2.00m**

m3/DIA	36.0000	EQ.	36.000	Costo unitario directo por : m	60.77
--------	---------	-----	--------	--------------------------------	--------------

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0222	24.73	0.55
OPERARIO	hh	2.0000	0.4444	19.05	8.47
PEON	hh	1.0000	0.2222	17.21	3.82
					12.84
Materiales					
MATERIAL GRANULAR ,AFIRMADO ZARANDEADO	M3		1.25	33.00	41.25
					41.25
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	12.84	0.39
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	12.84	0.51
VIBROAPISONADOR	hm	2.0000	0.4444	13.00	5.78
					6.68

ENTIBADO DE MADERA HASTA 2m DE Profund.

ml/DIA 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : ml **42.75**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas					
ENTIBADO DE ZANJAS	m2		2.94	14.54	42.75
					42.75

ENTIBADO DE MADERA HASTA 2m DE Profund.

ml/DIA 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : ml **49.72**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas					
ENTIBADO DE ZANJAS	m2		3.42	14.54	49.72
					49.72

ENTIBADO DE MADERA HASTA 2m DE Profund.

ml/DIA 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : ml **58.16**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas					
ENTIBADO DE ZANJAS	m2		4.0000	14.54	58.16
					58.16

TRAZO Y REPLANTEO EN EL PERIODO DE INSTALACIÓN DE TUBERIA

ml/DIA 350.0000 EQ. 36.0000 Costo unitario directo por : m 2.34

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.0229	24.12	0.55
PEON	hh	2.0000	0.0457	17.56	0.80
					1.35
Materiales					
YESO DE 28 KG	bls		0.01	17.00	0.14
					0.14
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.35	0.04
WINCHA DE 30 M	UND		0.0020	65.00	0.13
CORDEL	M		0.0300	0.35	0.01
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	1.35	0.05
ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0229	13.00	0.30
NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0229	14.00	0.32
					0.85

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA HDPE 200mm

ml/DIA 50.0000 EQ. 50.0000 Costo unitario directo por : m3 72.73

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	24.73	0.40
OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	24.12	3.86
OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	19.05	3.05
PEON	hh	1.0000	0.1600	17.56	2.81
					10.11
Materiales					
TUBERIA PEAD SDR 33 DN 250mm	m		1.03	51.70	53.25
FLETE-TRANSPORTE	kg		3.50	0.04	0.14
					53.39

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	10.11	0.30
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo	4.0000	10.11	0.40
				0.71

Subcontrato

SOLDADURA A TOPE	ml	1	8.52	8.52
				8.52

DESVIO DE AGUAS SERVIDAS

m/DIA 41.6500 EQ. 41.6500 Costo unitario directo por : m **8.39**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	2.0000	0.3842	17.56	6.75
					6.75
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.75	0.20
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	6.75	0.27
MOTOBOMBA 10 HP	hm	1.0000	0.1921	6.10	1.17
					1.64

NIVELACIÓN Y CONFORMACIÓN DE FONDOS EN TERRENO NORMAL

m/DIA 152.3800 EQ. 152.3800 Costo unitario directo por : m3 **2.07**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0053	24.73	0.13
PEON	hh	2.0000	0.1050	17.21	1.81
					1.94
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.94	0.06
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	1.94	0.08
					0.14

PRUEBA HIDRÁULICA

m3/DIA 175.0000 EQ. 175.0000 Costo unitario directo por : m3 **3.82**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	0.5000	0.0229	24.12	0.55
PEON	hh	3.0000	0.1371	17.56	2.41
					2.96
Materiales					
AGUA (CAMION CISTERNA)	m3		0.0110	12.0000	0.13
TAPON DE ACERO DN 200 mm	und		0.0020	260.1500	0.52
					0.65
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.96	0.09
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	2.96	0.12
					0.21

PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS

und/dia 48.0000 EQ. 48.0000 Costo unitario directo por : m2 **77.21**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	0.3333	24.12	8.04
					8.04
MATERIALES					
CONTROL DE COMPACTACIÓN	und		1.0000	56	56.0000
PROCTOR MODIFICADO DE CAMPO	und		0.0500	120	6.0000
					62.00
Equipos					
CAMIONETA	hm	1.0000	0.1667	43.00	7.17
					7.17

Anexo B

TRANSPORTE DE LOS EQUIPOS DE FRAGMENTACION DE OBRA

und/DIA 1.0000 EQ. 1.000 Costo unitario directo por : und **291.32**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	1.0000	8.0000	17.21	137.68
					137.68
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	137.68	4.13
CAMION DE 6 TN	hm	1.0000	8.0000	18.00	144.00
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	137.68	5.51
					153.64

CALICATAS PARA UBIC. INTERFERENCIAS (3m x 1m), H<2.00 m - ASFALTO DE 2"

m2/DIA 39.0000 EQ. 39.0000 Costo unitario directo por : m2 **54.29**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.2051	24.73	5.07
OPERARIO	hh	2.0000	0.4103	19.05	7.82
PEON	hh	1.0000	0.2051	17.21	3.53
					16.42
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.42	0.49
RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	0.2051	170.00	34.87
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	16.42	0.66
CORTADORA DE ASFALTO HASTA 6"	hm	1.0000	0.2051	9.00	1.85
					37.87

DESVIO DE FLUJO DE AGUAS SERVIDAS

m/DIA 41.6500 EQ. 41.6500 Costo unitario directo por : m 8.25

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	2.0000	0.3842	17.21	6.61
					6.61
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.61	0.20
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	6.61	0.26
MOTOBOMBA 10 HP	hm	1.0000	0.1921	6.10	1.17
					1.63

CORTE Y ROTURA PAVIMENTO FLEXIBLE 2" ASFALTO

m2/DIA 80.0000 EQ. 80.0000 Costo unitario directo por : m2 12.73

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	24.73	0.25
OPERARIO	hh	1.7000	0.1700	24.12	4.10
PEON	hh	0.3000	0.0300	17.56	0.53
					4.87
materiales					
Agua	m3		0.1680	12.00	2.02
DISCO PARA CORTE	und		0.0010	1,990.00	1.99
					2.02
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.87	0.15
MARTILLO CINCEL PARA CORTE	hm	1.0000	0.1000	22.00	2.20
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	4.87	0.19
CAMIONETA	hh	0.2500	0.0250	31.00	0.78
COMPRESORA NEUMATICA	hh	0.1350	0.0135	28.00	0.38
CORTADORA DE PAVIMENTO	hh	1.0000	0.1000	19.90	1.99
MARTILLO NEUMATICO	hh	0.2500	0.0250	6.10	0.15
					5.84

IMPRIMACION ASFALTICA

m2/DIA 1,600.0000 EQ. 1,600.0000 Costo unitario directo por : m2 4.40

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

SUBCONTRATOS

IMPRIMACION ASFALTICA MC-30 DOSIF. 0.4gl/m2	m2		1.0000	4.40	4.40
					4.40

CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2"

m2/DIA 1,200.0000 EQ. 1,200.0000 Costo unitario directo por : m2 36.6

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

SUBCONTRATOS

COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2"	m2		1.0000	36.6	36.6
					36.6

EXCAVACIÓN DE VENTANAS (4m x 0.8m), Hprof=1.93 m -asfalto 2"

m2/DIA 41.0000 EQ. 41.0000 Costo unitario directo por : m2 41.56

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.5	0.0975	24.73	2.412
OPERARIO	hh	0.5	0.0975	19.05	1.8585
PEON	hh	1	0.19512	17.21	3.35
					7.629
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.6292	0.2288
RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	0.1964	170.00	33.39
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	7.6292	0.305
					33.925

RELLENO Y COMPACTACIÓN DE VENTANA (4m x 0.8m),
Hprof<2.00 m

m3/DIA 36.0000 EQ. 36.000 Costo unitario directo por : m 60.77

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0222	24.73	0.55
OPERARIO	hh	2.0000	0.4444	19.05	8.47
PEON	hh	1.0000	0.2222	17.21	3.82
					12.84
Materiales					
MATERIAL GRANULAR ,AFIRMADO ZARANDEADO	M3		1.25	33.00	41.25
					41.25
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	12.84	0.39
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	12.84	0.51
VIBROAPISONADOR	hm	2.0000	0.4444	13.00	5.78
					6.68

LIMPIEZA CON MAQUINA DE BALDE

m/DIA 80.0000 EQ. 80.0000 Costo unitario directo por : m 10.72

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.1000	24.73	2.47
OFICIAL	hh	2.0000	0.2000	19.05	3.81
PEON	hh	0.0000	0.0000	17.21	0.00
					6.28
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.28	0.19
MAQUINA DE BALDE	hm	1.0000	0.1000	40.00	4.00
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	6.28	0.25
					4.44

INSPECCIÓN PREVIA TELEVISIVA DE LA RED ANTIGUA SECUNDARIA DE 250 MM

m/DIA 98.0000 EQ. 98.0000 Costo unitario directo por : m2 6.96

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0816	24.73	2.02
PEON	hh	2.0000	0.1633	17.21	2.81
					4.83
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.83	0.14
EQUIPO TELEVISIVO	hm	1.0000	0.0816	22.00	1.80
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	4.83	0.19
					2.13

TRANSPORTE DE TUBERIA DE HDPE A OBRA

und/DIA 7.0000 EQ. 7.0000 Costo unitario directo por : und **46.17**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	0.5000	0.5714	17.21	9.83
OFICIAL	hh	0.5000	0.5714	19.05	10.89
					20.72
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	20.72	0.62
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	20.72	0.83
CAMION DE 6 TN CAPACIDAD	hm	1.0000	1.1429	21.00	24.00
					25.45

SOLDADURA A TOPE DE TUBERÍA HDPE

m/DIA 60.0000 EQ. 60.0000 Costo unitario directo por : m **61.051**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.1333	24.73	3.30
OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	19.05	2.54
					5.84
Materiales					
SUMINISTRO DE TUBERIA DE PE-SDR 33, SN-4 , DN 250mm	m		1.0300	51.70	53.25
					53.25
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.84	0.18
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	5.84	0.23
EQUIPO DE TERMOFUSIÓN	hm	1.0000	0.1333	11.61	1.55
					1.96

INSTALACIÓN DE TUBERIA MEDIANTE METODO SIN ZANJA

m/DIA 50.0000 EQ. 50.0000 Costo unitario directo por : m3 **64.34**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.5000	0.0800	24.73	1.98
OPERARIO	hh	2.0000	0.3200	19.05	6.10
PEON	hh	3.0000	0.4800	17.21	8.26
					16.34
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.34	0.49
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	16.34	0.65
HYDROGUIDE HG-12(INCLUIDO TOPO)	hm	1.0000	0.1600	182.50	29.20
COMPRESORA SULLAR 375 PCM	hm	1.0000	0.1600	93.40	14.94
RETROEXCAVADORA	hm	0.1000	0.0160	170.00	2.72
					48.01

INSPECCIÓN POST TELEVISIVA DE LA RED NUEVA SECUNDARIA DE 250 MM

m/DIA 98.0000 EQ. 98.0000 Costo unitario directo por : m2 **6.96**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0816	24.73	2.02
PEON	hh	2.0000	0.1633	17.21	2.81
					4.83
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.83	0.14
EQUIPO TELEVISIVO	hm	1.0000	0.0816	22.00	1.80
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	4.83	0.19
					2.13

PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS

und/dia 48.0000 EQ. 48.0000 Costo unitario directo por : m2 77.21

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	0.3333	24.12	8.04
					8.04
MATERIALES					
CONTROL DE COMPACTACIÓN	und		1.0000	56	56.0000
PROCTOR MODIFICADO DE CAMPO	und		0.0500	120	6.0000
					62.00
Equipos					
CAMIONETA	hm	1.0000	0.1667	43.00	7.17
					7.17

PRUEBA HIDRÁULICA

m3/DIA 175.0000 EQ. 175.0000 Costo unitario directo por : m3 3.82

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	0.5000	0.0229	24.12	0.55
PEON	hh	3.0000	0.1371	17.56	2.41
					2.96
Materiales					
AGUA (CAMION CISTERNA)	m3		0.0110	12.0000	0.13
TAPON DE ACERO DN 200 mm	und		0.0020	260.1500	0.52
					0.65
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.96	0.09
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	2.96	0.12
					0.21

DEMOLICIÓN DE MEDIA CAÑA Y MURO DE BUZON PARA VENTANA

m3/DIA 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : m3 253.94

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	2.6667	24.73	65.95
OPERARIO	hh	2.0000	5.3333	19.05	101.60
					167.55
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	167.55	5.03
MARTILLO ELECTRICO	hm	1.0000	2.6667	18.00	48.00
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	167.55	6.70
GRUPO ELECTROGENO	hm	1.0000	2.6667	10.00	26.67
					86.39

RESANE DE DADOS DE ANCLAJE Y MURO DEL BUZON

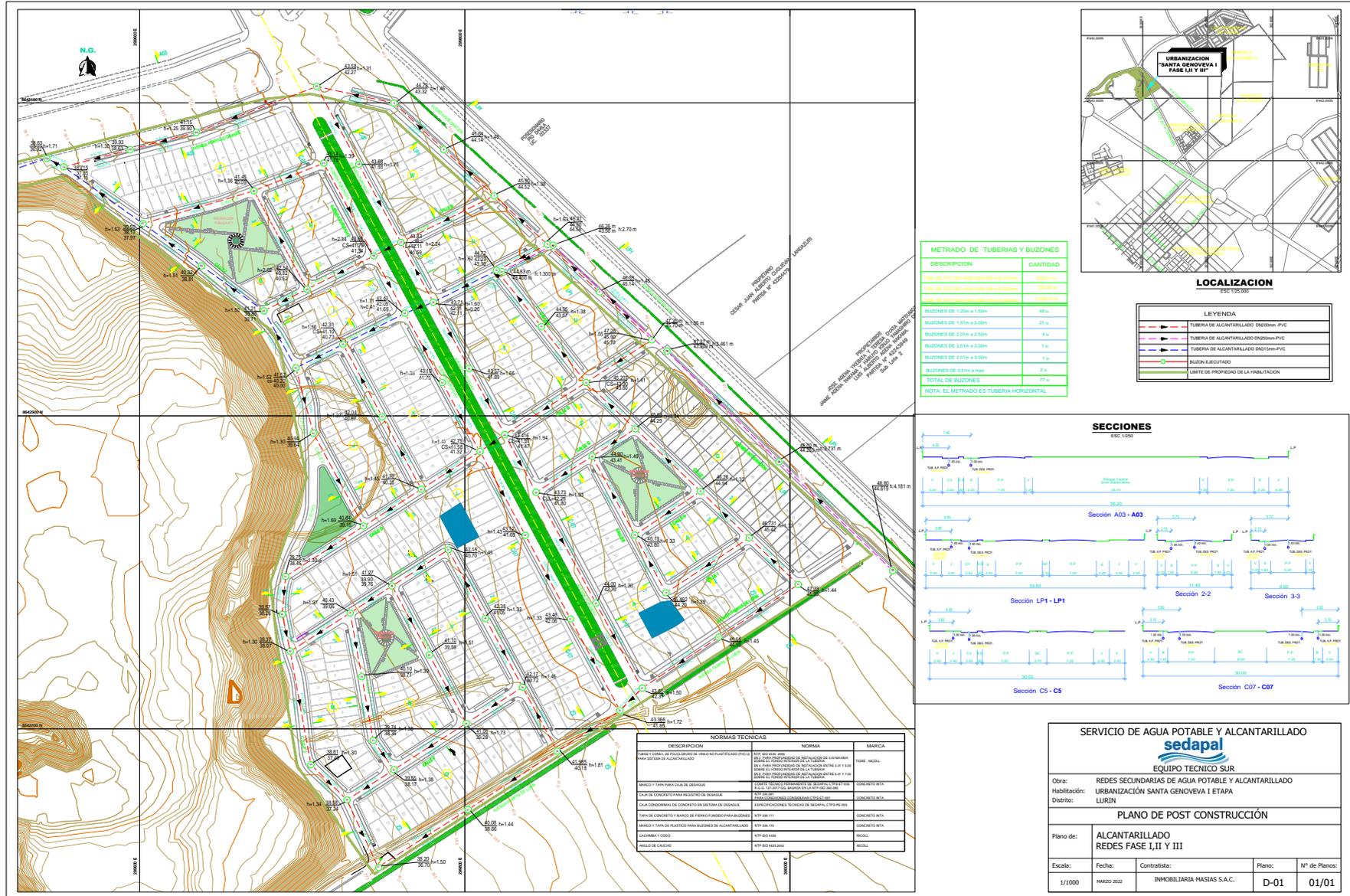
m3/DIA 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 378.27

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	1.0000	24.73	24.73
OPERARIO	hh	3.0000	3.0000	19.05	57.15
PEON	hh	3.0000	3.0000	17.21	51.63
					133.51
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.64	65.00	41.60
ARENA GRUESA	m3		0.51	65.00	33.15
CEMENTO PORTLAND	bols		7.50	18.73	140.48
AGUA	m3		0.18	8.00	1.44
					216.67
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	133.51	4.01
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	133.51	5.34
VIBRADOR DE CONCRETO	hm	1.0000	1.0000	12.50	12.50
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	1.0000	6.25	6.25
					28.10

RESANE DE MEDIA CAÑA

m3/DIA 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 378.27

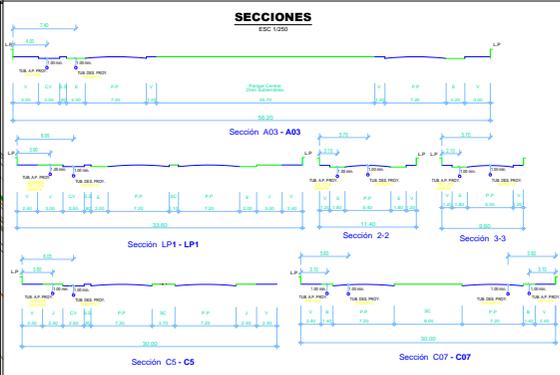
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	1.0000	24.73	24.73
OPERARIO	hh	3.0000	3.0000	19.05	57.15
PEON	hh	3.0000	3.0000	17.21	51.63
					133.51
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.64	65.00	41.60
ARENA GRUESA	m3		0.51	65.00	33.15
CEMENTO PORTLAND	bols		7.50	18.73	140.48
AGUA	m3		0.18	8.00	1.44
					216.67
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	133.51	4.01
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	%mo		4.0000	133.51	5.34
VIBRADOR DE CONCRETO	hm	1.0000	1.0000	12.50	12.50
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	1.0000	6.25	6.25
					28.10



METRADO DE TUBERIAS Y BUZONES	
DESCRIPCION	CANTIDAD
TUB. DE PVC 100 4430 2000 50 x 4 0 37500	4320.00 m
TUB. DE PVC 100 4430 2000 50 x 4 0 20000	2000.00 m
TUB. DE PVC 100 4430 2000 50 x 4 0 2000	37.50 m
BUZONES DE 1.20m x 1.00m	48 u.
BUZONES DE 1.50m x 2.00m	21 u.
BUZONES DE 2.00m x 3.00m	4 u.
BUZONES DE 2.50m x 3.00m	1 u.
BUZONES DE 2.50m x 3.00m	7 u.
BUZONES DE 3.00m x 3.00m	2 u.
TOTAL DE BUZONES	77 u.

NOTA: EL METRADO ES TUBERIA HORIZONTAL

LEYENDA	
	TUBERIA DE ALCANTARILLADO Ø200mm-PVC
	TUBERIA DE ALCANTARILLADO Ø250mm-PVC
	TUBERIA DE ALCANTARILLADO Ø300mm-PVC
	TUBERIA DE ALCANTARILLADO Ø150mm-PVC
	BUZON ELEVADO
	BUZON DE NIVEL
	LIMITE DE PROPIEDAD DE LA HABITACION



NORMAS TÉCNICAS		
DESCRIPCION	NORMA	MARCA
BASES Y CUBAS DE RECIBIMIENTO PARA REDES DE ALCANTARILLADO	NTP 502.005	TIENE MARCA
MARCO Y TAPA PARA CUBAS DE RESERVA	NTP 502.005	TIENE MARCA
CUBA DE CONCRETO PARA RESERVA DE BOMBEO	NTP 502.005	TIENE MARCA
CUBA DE CONCRETO PARA RESERVA DE BOMBEO	NTP 502.005	TIENE MARCA
TAPA DE CONCRETO PARA RESERVA DE BOMBEO	NTP 502.005	TIENE MARCA
MARCO Y TAPA DE PLASTICO PARA BUZONES DE ALCANTARILLADO	NTP 502.005	TIENE MARCA
COLUMBA Y CODO	NTP 502.005	TIENE MARCA
MOLLO DE CACHO	NTP 502.005	TIENE MARCA

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

sedapal

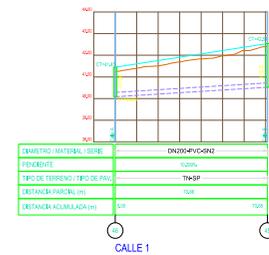
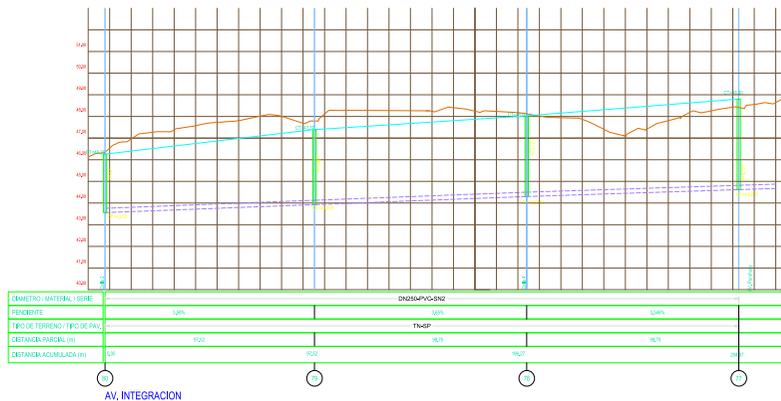
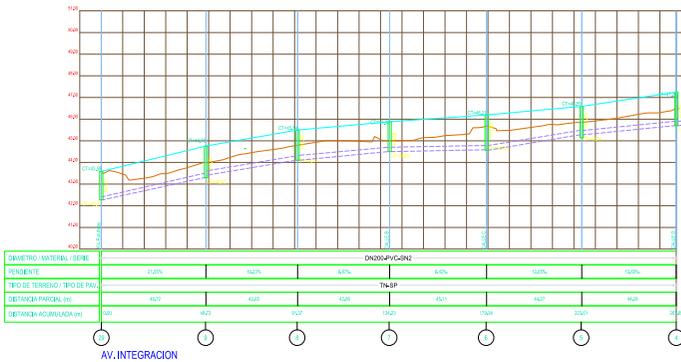
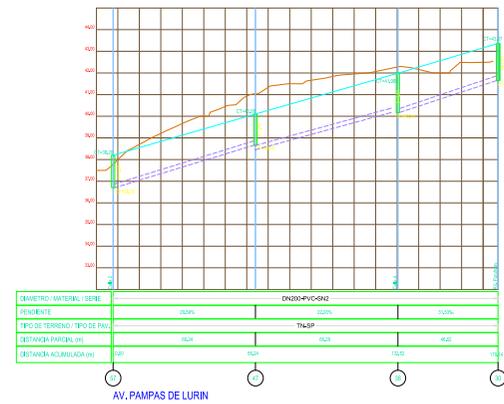
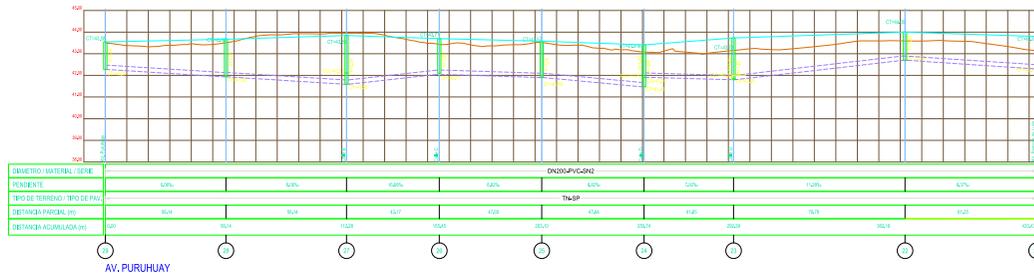
EQUIPO TECNICO SUR

Obra: REDES SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
 Habitación: URBANIZACION SANTA GENOVEVA I ETAPA
 Distrito: LURIN

PLANO DE POST CONSTRUCCIÓN

Plano de: **ALCANTARILLADO REDES FASE I, II Y III**

Escala: 1/1000	Fecha: MARZO 2022	Contratista: INMOBILIARIA MASIAS S.A.C.	Plano: D-01	Nº de Planos: 01/01
----------------	-------------------	---	-------------	---------------------



LEYENDA:

- TUBERIA DE ALCANTARILLADO
- BAZON EXISTENTE
- BAZON NUEVO
- TERRENO NATURAL
- PASANTE

RELACION DE CALLES

- AVENIDA PURUHUY
- AVENIDA PAMPAS DE LURIN
- AVENIDA INTEGRACION
- CALLE 1

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

sedapal

EQUIPO TECNICO SUR

Obra: REDES SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
 Habitación: URBANIZACION SANTA GENEVEVA
 Distrito: LURIN

PLANO DE POST CONSTRUCCIÓN

Plano de: ALCANTARILLADO
 PERFILES LONGITUDINALES

Escala:	Fecha:	Contratista:	Plano:	Nº de Planos:
1/1000	MARZO 2022	INMOBILIARIA MASIAS S.A.C.	D-04	01/05