



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO TRADICIONAL Y PIPE BURSTING PARA LA REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO EN EL SECTOR 350 DEL DISTRITO DE COMAS Y CARABAYLLO”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:
Cristhian Victor Huanaco Yancce

Asesor:
Mg. Ing. Jimmy Mendoza Montalvo

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con el más grande y sincero amor a mis queridos padres, hermana pequeña, a mis familiares y amistades por estar conmigo de manera incondicional para no rendirme en mis logros profesionales y personales.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la Fe, esperanza y fortaleza para seguir mi camino profesional, personal y
por permitirme vivir plenamente.

A mis padres, Victor y Maribel, por darme su amor, confianza y apoyo incondicional en todo
momento. Además, de enseñar a ser siempre humilde y nunca rendirme a pesar de las
adversidades.

A mi hermanita, Maite Coral, quien me dá siempre los mejores animos y mi motivo más
grande para ser el mejor ejemplo a ser desde siempre.

A Yuli, por apoyarme en cada paso que he dado, por el tiempo y paciencia que ha tenido
conmigo.

A mis amigos, Juan, Klisman y Yonathan, que siempre me dieron los mejores consejos, y
apoyarme en todo momento.

A la empresa, Acruta & Tapia Ingenieros S.A.C, por permitirme conocer grandes compañeros
de trabajo y crecer profesionalmente con los mejores valores éticos. En especial al Ingeniero
Raul Galvez por su apoyo de seguir aprendiendo de esta hermosa carrera y estar en
aprendizaje continuo.

A mi asesor, Jimmy Mendoza, por guíarme en esta etapa de formación profesional, por su
tiempo y comprensión.

Índice

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN EJECUTIVO.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	26
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	67
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES.....	92
REFERENCIAS	94
ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Certificaciones obtenidas por la institución.....	15
Tabla 2. Sectores resultantes en el presente proyecto para el Lote 2.....	34
Tabla 3 Resumen de la red secundaria de alcantarillado existente en el Lote 2.....	42
Tabla 4 Ejemplos de grados de degradación del concreto.....	45
Tabla 5 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo con zanja para una profundidad de 1,00m a 1,50m y con un diametro DN 200mm.	68
Tabla 6 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo sin zanja para una profundidad de 1,00m a 1,50m y con un diametro DN 200mm.	69
Tabla 7 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo con zanja para una profundidad de 1,51m a 2,00m y con un diametro DN 200mm.	70
Tabla 8 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo sin zanja para una profundidad de 1,51m a 2,00m y con un diametro DN 200mm.	71
Tabla 9 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo con zanja para una profundidad de 2,01m a 2,50m y con un diametro DN 250mm.	72
Tabla 10 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo sin zanja para una profundidad de 2,01m a 2,50m y con un diametro DN 250mm.	73
Tabla 11 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo con zanja para una profundidad de 2,51m a 3,00m y con un diametro DN 250mm.	74
Tabla 12 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo sin zanja para una profundidad de 2,51m a 3,00m y con un diametro DN 250mm.	75
Tabla 13 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo con zanja para una profundidad de 3,01m a 3,50m y con un diametro DN 250mm.	76
Tabla 14 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo sin zanja para una profundidad de 3,01m a 3,50m y con un diametro DN 250mm.	77

Tabla 15 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo con zanja para una profundidad de 2,01m a 2,50m y con un diametro DN 315mm.	78
Tabla 16 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo sin zanja para una profundidad de 2,01m a 2,50m y con un diametro DN 315mm.	79
Tabla 17 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo con zanja para una profundidad de 2,51m a 3,00m y con un diametro DN 315mm.	80
Tabla 18 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo sin zanja para una profundidad de 2,51m a 3,00m y con un diametro DN 315mm.	81
Tabla 19 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo con zanja para una profundidad de 3,00m a 3,51m y con un diametro DN 355mm.	82
Tabla 20 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo sin zanja para una profundidad de 3,00m a 3,51m y con un diametro DN 355mm.	83
Tabla 21 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo con zanja para una profundidad de 3,51m a 4,00m y con un diametro DN 355mm.	84
Tabla 22 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo sin zanja para una profundidad de 3,51m a 4,00m y con un diametro DN 355mm.	85
Tabla 23 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo con zanja para una profundidad de 4,00m a 5,00m y con un diametro DN 355mm.	86
Tabla 24 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo sin zanja para una profundidad de 4,00m a 5,00m y con un diametro DN 355mm.	87
Tabla 25 Resumen de asignación de valorización de ambos métodos, tiempo de ejecución y movimiento de tierras.	88
Tabla 26 Control de tiempo ejecutado para rehabilitación de tuberías de alcantarillado.	89
Tabla 27 Indicador de parametros ambientales respecto al movimiento de tierras.	90
Tabla 28 Diferencia de los indicadores costos, tiempo y movimiento de tierras.	91

Tabla 29 Parámetros para la unión por termofusión a tope de tuberías y accesorios de polipropileno (PP) con maquina MCLROY..... 105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de empresa Acruta & Tapia Ingenieros SAC.	17
Figura 2 Personas que practican la defecación al aire libre en Perú	20
Figura 3 Personas que practican la defecación al aire libre en Perú	27
Figura 4 Esquema típico del método pipe bursting estático.	27
Figura 5 Esquema típico del método pipe bursting dinámico.....	28
Figura 6 Planta general y ubicación de proyecto de Lote 2. Recuperado de Expediente tecnico de proyecto de Consorcio Ingenieria Lima Norte II	35
Figura 7 Flujograma de metodología para la identificación del sistema de alcantarillado a rehabilitar.	38
Figura 8 Zonas de implementación para la rehabilitación del alcantarillado, según Estudio de Factibilidad.	39
Figura 9 Trazo para excavación de redes y conexiones domiciliarias de alcantarillado.	52
Figura 10 Corte con disco diamantado sobre el trazo de la línea y conexiones de alcantarillado	52
Figura 11 Excavación de colectora y conexiones de alcantarillado, debidamente señalado.	53
Figura 12 Colocación de entibado de madera en zanja.....	53
Figura 13 Termofusión de tubería HDPE, a ser instalada en colectora de alcantarillado.	54
Figura 14 Verificación de juntas de pega de termofusión en tubería HDPE	54
Figura 15 Instalación de tubería HDPE, sobre cama de arena.....	54
Figura 16 Verificación de pendiente longitudinal de tubería tendida.....	54
Figura 17 Instalación de caja de alcantarillado y solaqueado.....	54
Figura 18 Instalación de conexión de alcantarillado PVC a red colectora.	54
Figura 19 Prueba hidráulica a zanja abierta de colectora y conexiones de alcantarillado.....	55
Figura 20 Control de prueba hidráulica sin que demuestre disminución.....	55

Figura 21 Relleno y compactación con material propio para tapado de zanja.	56
Figura 22 Relleno y compactación de base con material afirmado para tapado de zanja.	56
Figura 23 Verificación de espesor para reposición de carpeta asfáltica en colectora.....	56
Figura 24 Verificación de espesor de veredas para reposición de concreto en conexiones	56
Figura 25 Prueba de compactación con densímetro nuclear.....	56
Figura 26 Prueba hidráulica a zanja tapada	57
Figura 27 Reposición de asfalto.....	57
Figura 28 Reposición de concreto en veredas.....	57
Figura 29 Reposición de áreas verdes.....	58
Figura 30 Trazo para excavación de red y conexiones domiciliarias de alcantarillado. Señalización de interferencias.....	60
Figura 31 Corte con disco diamantado sobre la ventana de fragmentación y conexiones de alcantarillado.....	60
Figura 32 Excavación de ventana de fragmentación y conexiones de alcantarillado, debidamente señalizado.	60
Figura 33 Instalación de máquina de fragmentación y entibado.	60
Figura 34 Termofusión de tubería HDPE, a ser instalada en colectora de alcantarillado.	61
Figura 35 Verificación de juntas de pega de termofusión en tubería HDPE.....	61
Figura 36 Lanzamiento de tubería de alcantarillado por fragmentación.	61
Figura 37 Llegada de tubería del lanzamiento de máquina de fragmentación.	61
Figura 38 Instalación de caja de alcantarillado y solaqueado.....	62
Figura 39 Instalación de conexión de alcantarillado PVC a red colectora.	62
Figura 40 Relleno y compactación con material propio para tapado de zanja.	62
Figura 41 Relleno y compactación de base con material afirmado para tapado de zanja.	62

Figura 42 Verificación de espesor para reposición de carpeta asfáltica en ventana de fragmentación.	63
Figura 43 Verificación de espesor de veredas para reposición de concreto en conexiones. ...	63
Figura 44 Prueba de compactación con densímetro nuclear.....	63
Figura 45 Prueba hidráulica a zanja tapada	64
Figura 46 Reposición de asfalto.....	64
Figura 47 Relleno y compactación de base con material afirmado para tapado de zanja.	64
Figura 48 Reposición de áreas verdes.....	65
Figura 49 Verificación de red de alcantarillado por inspección televisiva.....	65
Figura 50 Limpieza de terreno para reposición de asfalto	96
Figura 51 Control de temperatura del material granular de asfalto.	96
Figura 52 Imprimación asfáltica	97
Figura 53 Vaciado de material granular de asfalto sobre el área a reponer.	97
Figura 54 Compactación con rodillo vibratorio sobre material granular.....	97
Figura 55 Sellado de juntas con arena fina y limpieza.	97
Figura 56 Prueba de slump con cono de Abrahams.....	98
Figura 57 Guía de diseño de concreto premezclado.	98
Figura 58 Vaciado de concreto sobre pavimento rígido.	98
Figura 59 Acabado de reposición de concreto y señalización.	98
Figura 60 Instalación de entibado metálico.	99
Figura 61 Instalación de máquina de fragmentación.	99
Figura 62 Cabezal fragmentador del equipo de fragmentación.	100
Figura 63 Termofusión de cabezal fragmentador a la tubería HDPE.....	100
Figura 64 Salida de tubería de alcantarillado hacia la otra ventana de fragmentación.....	100
Figura 65 Tubería adosada al buzón.	100

Figura 66 Equipo de termofusión	101
Figura 67 Alineamiento de tuberías HDPE para termofusión.	101
Figura 68 Corte de tuberías para alineación.	102
Figura 69 Termofusión de tuberías HDPE.....	102
Figura 70 Junta de la tubería de HDPE, efecto de la termofusión.	102
Figura 71 Mal procedimiento de termofusión en la sección A	106
Figura 72 El desplazamiento V no será mayor del espesor mínimo.....	106
Figura 73 Enrollamiento correcto.	106

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se desarrolló en base a mi experiencia laboral adquirida participando en el proyecto de rehabilitación de redes secundarias de agua potable y alcantarillado del Lote 2. Este proyecto fue ejecutado en los distritos de Comas, Carabayllo, Los Olivos y San Martín de Porres, y fue contratado por SEDAPAL a la empresa de Acruta & Tapia Ingenieros S.A.C, donde me desempeñé con el cargo de Técnico Supervisor de Campo. El objetivo del proyecto fue determinar la diferencia que existe entre el método tradicional (con zanja) y el método de fragmentación o *pipe bursting* (sin zanja) para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado con respecto a sus indicadores de gestión tales como costo, tiempo y producción, y parámetros ambientales. Se planteó un estudio descriptivo para la identificación y selección del método más adecuado para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado, utilizando la información del expediente técnico del proyecto y datos tomados en campo. Los resultados sobre el indicador de costo, tiempo, producción y parámetros ambientales muestran que el método más adecuado para la rehabilitación de alcantarillado es el *pipe bursting* o fragmentación.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación da a conocer un análisis comparativo de rehabilitación de tuberías de alcantarillado por el método convencional con zanja y el método sin zanja *pipe bursting*. Esto surge debido a los problemas que existen en las tuberías de alcantarillado, tales como obstrucciones, aniegos o término de su vida útil. Por este motivo, y considerando el crecimiento poblacional y el desarrollo urbano no planificado, es necesario determinar un método adecuado para la renovación de tuberías.

En ese sentido, se debe plantear como meta principal realizar la rehabilitación de tuberías de alcantarillado seleccionando la mejor opción para su instalación. Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) planteó entre los años 2000 y 2015, los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en los cuales no se presentó un objetivo relacionado al saneamiento. Sin embargo, más tarde, se plantearon los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en los cuales se introdujo al saneamiento como el sexto objetivo de 17 planteados hasta el 2030. Con el fin de aportar al cumplimiento de dicho objetivo, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) en conjunto con el Banco Mundial y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), se encuentran financiando varios proyectos a nivel nacional.

El presente trabajo de suficiencia profesional se desenvuelve en el área de supervisión de obras de la empresa ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C, donde se desarrollan los proyectos de rehabilitación de redes secundarias y obras generales encargadas por la entidad SEDAPAL. En el área de supervisión de obras me encargué de verificar que el proyecto se ejecute cumpliendo los plazos previstos, el costo contratado y la calidad especificada del expediente técnico. Asimismo, me encargué de asegurar el correcto desarrollo de las actividades, verificando el cumplimiento de las normas y reglamentos vigentes en el aspecto técnico, legal, administrativo y laboral. De igual manera, proporcioné opiniones técnicas, proponiendo

soluciones que resolvieron incompatibilidades y/o diferencias existentes en los expedientes técnicos.

1.1 Antecedentes de la empresa

A finales del año 1994 surgió la idea formar una empresa con deseos de crecimiento profesional. Los socios fundadores, el ingeniero Alfredo Acruta Sánchez y el ingeniero Elías Tapia Julca, vieron la oportunidad de contribuir al desarrollo del país, mediante la creación de la empresa “ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.”. La empresa fue inscrita en la SUNAT e inició sus actividades en enero de 1995.

ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C. es una empresa consultora de obras multidisciplinarias, con valores fundamentales de perseverancia, competitividad, trabajo en equipo y sensibilidad social, siendo estos los lineamientos principales de compromiso. Más adelante, los propósitos y valores empresariales se dieron a conocer a nivel nacional y con proyecciones a nivel internacional.

Durante algunos años de experiencia, la empresa vio la oportunidad de crecimiento para ser más competente y confiable en el mercado. Por ello, se implementaron las certificaciones ISO (9001, 14001, 37001 y OHSAS 18001) por las acreditadoras ICONTEC, IQNET e IAS. Posteriormente, la acreditadora PROMPERÚ otorgó a la empresa, la licencia N° 0080-2020/PROMPERÚ/GG/MP/Institucional, que autoriza a usar la marca Perú en uso institucional. Estas certificaciones (Tabla 1), vigentes en la actualidad, le ayudaron a mejorar la relación con sus clientes y sus trabajadores, pues se mejoró, además, la calidad en los procesos. Esto también le ayudo a expandirse a nivel internacional.

Tabla 1. *Certificaciones obtenidas por la institución*

ACREDITADORAS	CERTIFICACIONES			
ICONTEC	ISO 9001-2015	ISO 14001-2015	OHSAS 18001-2007	NORSOK S-006
IQNET	ISO 9001-2015	ISO 14001-2015	OHSAS 18001-2007	
PROMPERÚ	Licencia de uso N° 0080-2020/PROMPERÚ/GG/MP/Institucional			
IAS	ISO 37001-2016			

Nota: Tomado de <https://www.acrutaytapia.com/certificaciones>.

La empresa no dudó en expandir sus horizontes a nivel internacional, y abrió oficinas en Latinoamérica. Entre las oficinas, se pueden mencionar las ubicadas en: La Paz – Bolivia (en 2010), Managua – Nicaragua (2012) la cual es el centro de operaciones entre los países de Centro América, Bogotá – Colombia (2014), Marruecos – África (2014), Fortaleza – Brasil y Madrid – España (2014). De igual manera, la empresa tiene representaciones en Panamá, Paraguay y Argentina.

A la fecha, con el apoyo de sus colaboradores y la satisfacción de sus clientes, ACRUTA & TAPIA ha recibido varias distinciones a nivel nacional como internacional. Entre los reconocimientos, se puede mencionar el premio a la “Mejor Empresa Supervisora” por el Colegio de Ingenieros del Perú en el año 1999 y el premio “The Bizz Awards”, recibido durante siete años consecutivos (2009 a 2015), otorgada por la Confederación Mundial de Empresas (WORLDCOB) a instituciones por su excelencia profesional. Además de otras distinciones, en la actualidad, la empresa sigue proyectándose a futuro con los valores que lo caracterizan desde sus inicios.

Visión

La visión de la empresa es ser una empresa consultora de obras multidisciplinarias de prestigio mundial, con espíritu solidario, comprometido con el desarrollo social.

Misión

La misión es la de ser una empresa líder que brinda servicios de consultoría de obras multidisciplinarias, cubriendo eficientemente las expectativas de nuestros clientes, contando con una fuerza laboral proactiva e innovadora y con una infraestructura y tecnología de vanguardia acorde con las exigencias del mercado.

Organigrama

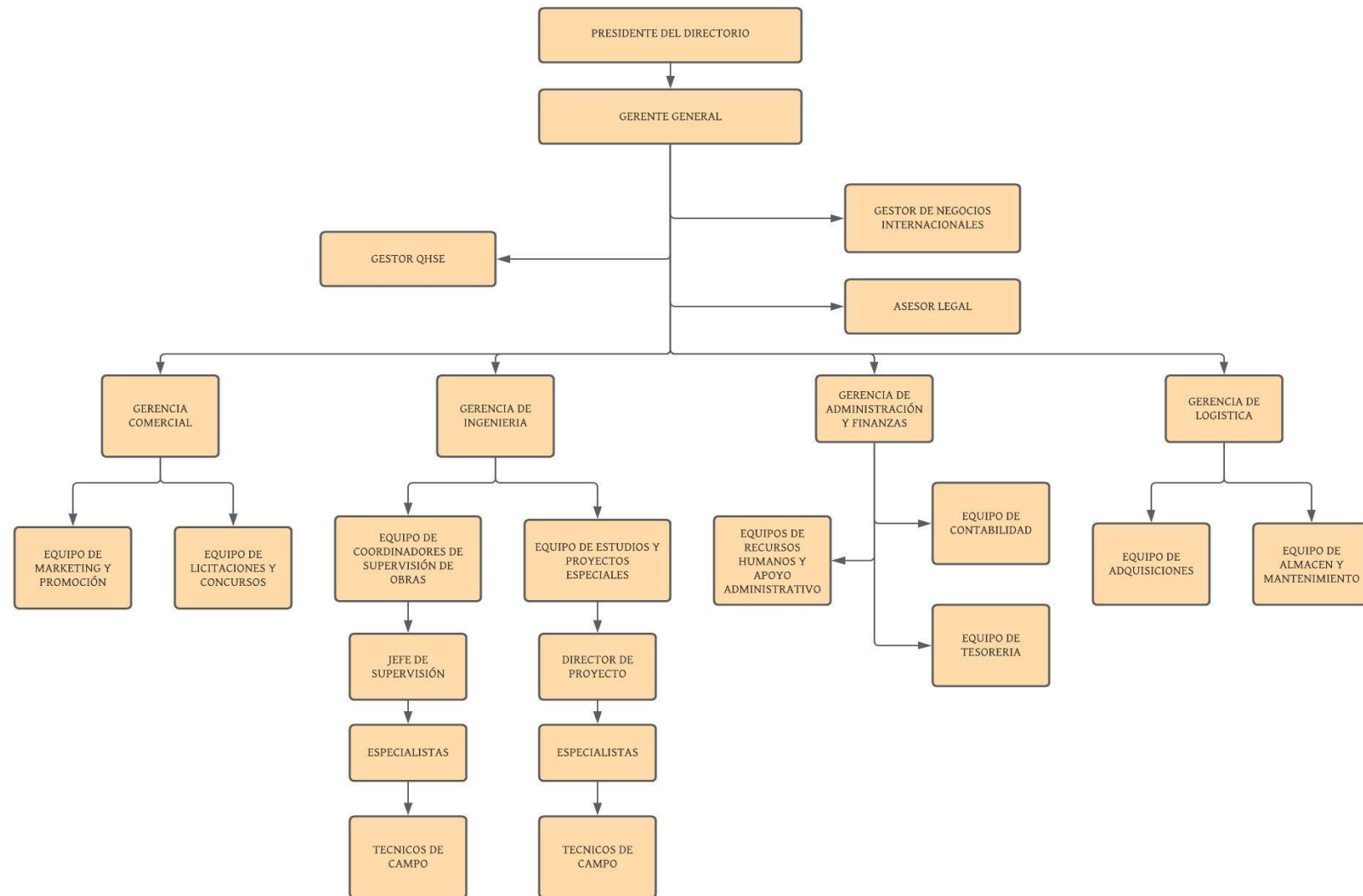


Figura 1 Organigrama de empresa Acruta & Tapia Ingenieros SAC.

Servicios

La empresa se desarrolló como consultora de ingeniería con una alta experiencia en estudios preinversión, inversión y supervisión de obras en las especialidades de hidráulica, edificaciones, obras viales y saneamiento.

1.2 Antecedentes sobre el Saneamiento

El saneamiento es uno de los servicios básicos prioritarios sobre la población, pero no todos acceden a ella, y si acceden se tienen algunas deficiencias en las tuberías de alcantarillado. A continuación se mencionan algunos antecedentes que amplían los conocimientos básicos de saneamiento.

“En todo el mundo, alrededor de 3 de cada 10 personas, o 2100 millones de personas, carecen de acceso a agua potable y disponible en el hogar, y 6 de cada 10, o 4500 millones, carecen de un saneamiento seguro”. (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2017). Actualmente, en Colombia el 97% de la población urbana y el 74% de la población rural acceden a suministro de agua potable. En el caso de acceso a sistemas de saneamiento, el porcentaje es de 85% en la población urbana y del 68% en la rural. (Recalde, citado en OMS-UNICEF; 2015).

En Colombia hay un acceso cercano al 95% al servicio de acueducto, mientras que el 5% restante de la población pertenece a grupos vulnerables (entre ellas comunidades étnicas). Estas habitan en zonas marginales o rurales, y son discriminados tal vez por su menor capacidad adquisitiva, además de ubicarse en esos territorios donde la presencia estatal es escasa y donde el acceso a mecanismos de participación para la toma de decisiones es un privilegio de pocos (Recalde Castañeda, 2016, pág. 287). En Colombia se reporta un 3% de la población urbana con condiciones de saneamiento básico deficiente, y en el área rural un 26% deficiente en saneamiento básico (Rodríguez Miranda, García Ubaque, & García Ubaque, 2016, pág. 740).

México ha alcanzado ciertas metas importantes en cuanto al abasto y cobertura de agua potable y alcantarillado, incluso son más altas que en otros países latinoamericanos (International Benchmarking Network for Water and Sanitation Services, IBnet 2013). (Salazar & Lutz, citado por Tortajada; 2000)

La cobertura de agua y el alcantarillado se correlacionan positivamente con el PIB per cápita y con el número de tomas, lo cual indica que las ciudades grandes y más desarrolladas, en términos económicos, tienen también mejor acceso a estos servicios. (Salazar Adams & Lutz Ley, 2015, pág. 21)

Hasta la fecha de octubre del 2019, el 74.7% de la población del país accede al sistema de alcantarillado por red pública, el cual representa 24 millones 186 mil 79 personas (Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2019, pág. 47).

En la ciudad de Puno la red de recolección de aguas residuales y la planta de tratamiento “El espinar” presentan problemas principalmente por la antigüedad de su infraestructura, la cual ha colapsado por completo y gran parte de las descargas de aguas residuales se vierte en la bahía interior del lago Titicaca, un área natural con alta biodiversidad y relevancia internacional (Tudela Mamani, Leos Rodríguez, & Zavala Pineda, 2018, pág. 468).

Causas y consecuencias por la carencia de Saneamiento

El informe de actualización de 2015 y evaluación de los Objetivos del Milenio del Joint Monitoring Program cuyos datos permiten inferir que, en países de África subsahariana, entre el 60% y el 30% de la población práctica la defecación al aire libre (Recalde Castañeda, 2016, pág. 262). A nivel mundial 892 millones de personas siguen practicando la defecación al aire libre (Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), 2017). El Banco

Mundial junto con el Programa Conjunto de Vigilancia de la OMS y Unicef para el Abastecimiento de Agua y el Saneamiento indican que las personas que practican defecación al aire libre en el Perú se han disminuido de un 18.35% en el año 2000 hasta en un 6.53% del 2017 (ver figura 2).

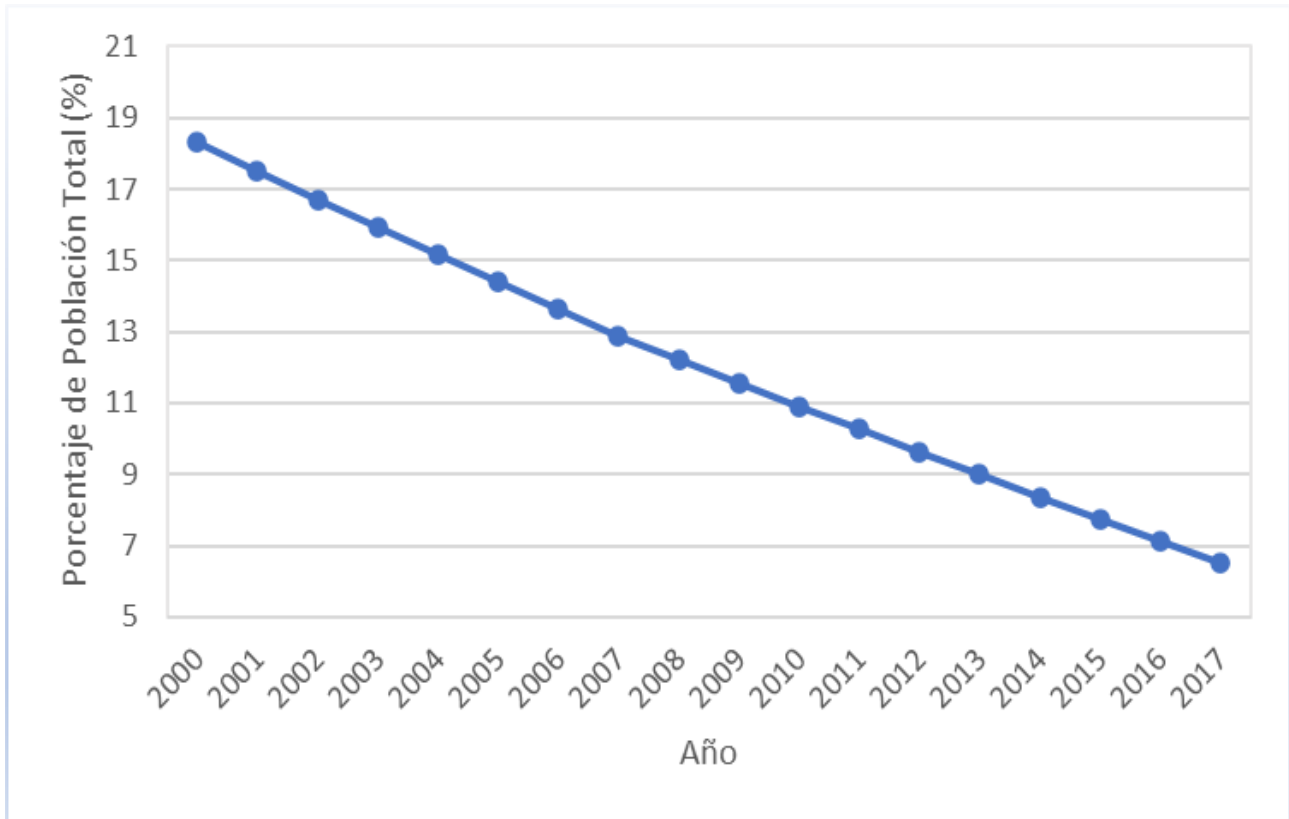


Figura 2 Personas que practican la defecación al aire libre en Perú

El uso del servicio sanitario y la disposición adecuada de excretas, aunado a la higiene y el lavado de manos, evitan la transmisión de enfermedades infecciosas vinculadas al contacto con excretas (Mora Alvarado & Portuguez Barquero, 2016, pág. 60). El manejo de excretas es una bomba de tiempo para padecimientos en salud, que requieren de la rápida intervención de las autoridades. (Fernandez Niño, y otros, 2018, pág. 274)

Con el propósito de medir los avances de los ODM en los diferentes países del mundo, estableció el concepto de “Instalaciones de Saneamiento Mejoradas”, brindando el mismo peso a la disposición de las excretas, o aguas residuales domesticas, por alcantarillado con tratamiento, alcantarillado sin

tratamiento o cloacas, tanques sépticos y los diferentes tipos de letrina. Evidentemente, estos mecanismos permiten alejar la materia fecal de los hogares o viviendas, pero son muy desiguales para medir el desarrollo de los pueblos o las naciones (Mora Alvarado & Portuguez Barquero, 2016, págs. 57-58).

En Colombia se tiene que las enfermedades relacionadas con la contaminación hídrica para el periodo 2008 a 2014, en particular enfermedad diarreica aguda (EDA), enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), fiebre tifoidea y paratifoidea y hepatitis A (Rodríguez Miranda, García Ubaque, & García Ubaque, 2016, pág. 740).

Las principales necesidades sociales percibidas, en un Asentamiento en Barranquilla, se tienen que: alcantarillado (51%), agua potable (49%), electricidad (42.9%). A esto se conllevan los problemas de salud tales como infección respiratoria aguda y fiebre no especificada (Fernandez Niño, y otros, 2018, pág. 273).

Es ampliamente conocido el riesgo para la salud humana proveniente del consumo de agua contaminada con plaguicidas y nitratos, pues puede conducir a serias condiciones patológicas, tales como el cáncer (Fonseca Sánchez, y otros, citado por OMS, 2011).

Las comunidades indígenas constituyen un grupo con una alta vulnerabilidad económica y de salud, debido a la confluencia de múltiples factores como la pobreza, la carencia de servicios básicos y el escaso acceso a servicios de salud, lo que ubica a esta población en una preocupante situación de riesgo de adquirir enfermedades e infecciones (Gaviria, Soscue, Campo Polanco, Cardona Arias, & Galván Díaz, 2017, pág. 392).

El conocimiento de los principales determinantes de la salud, como las condiciones de saneamiento y de vivienda son de gran importancia en el establecimiento de medidas para promover la calidad de vida de las familias (Assunta B., Souza G., Paz Arruda Teo, & Pozzagnol, 2016, pág. 64).

El agua puede ser un vehículo importante de agentes biológicos y químicos potencialmente nocivos para el hombre cuando hay una falta de atención y un tratamiento eficaz, poniendo en peligro la salud y el bienestar de una comunidad (Assunta B., Souza G., Paz Arruda Teo, & Pozzagnol, 2016, pág. 64). El agua para el consumo humano es uno de los vehículos importantes de enfermedades diarreicas de naturaleza infecciosa, que torna primordial la evaluación primaria de su calidad microbiológica (Assunta B., Souza G., Paz Arruda Teo, & Pozzagnol, citado por Amaral, 2003).

Problemática en tuberías

La gestión de servicios de saneamiento básico en el Perú es considerada como política pública de alta prioridad, y dado que los recursos públicos para el ejercicio del presupuesto gubernamental son limitados, es conveniente realizar una estimación de los beneficios económicos que se derivarán de la ejecución de proyectos que mejoren los servicios de saneamiento (Tudela Mamani, Leos Rodríguez, & Zavala Pineda, 2018, pág. 467).

Los usos dado al agua generan aguas residuales que deben ser canalizadas para su tratamiento, es decir, se requiere de sistemas de alcantarillado. (Nuñez Rivadeneira, Ullauri, & Barzola Montes, 2018, pág. 88).

En el sector saneamiento es relevante evaluar la viabilidad de los proyectos integrales, esto es la provisión de los servicios básicos de agua, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales (Tudela Mamani, Leos Rodríguez, & Zavala Pineda, 2018, pág. 468).

La infiltración pluvial o agua subterránea al sistema de drenaje urbano es un fenómeno que puede afectar negativamente la capacidad conductiva de la red de drenaje por el aumento de volumen que genera. También puede propiciar cambios en la composición química del agua residual que esta transporta por la dilución de sus componentes en un mayor volumen de agua. Las consecuencias en caso extremo tienen costos técnicos y económicos que incluyen por ejemplo el desbordamiento de las tuberías y problemas en la operación de las plantas de tratamiento (Espinoza Gutiérrez, y otros, 2014, pág. 89).

El agua se puede infiltrar a las tuberías por rupturas y grietas (Espinoza Gutiérrez y otros, citado por Hennerkes; 2006). La edad y condición de las tuberías son factores que tienen una influencia importante en la infiltración: a mayor edad, mayor probabilidad de existencia de grietas (Espinoza Gutiérrez, y otros, 2014, pág. 90). Debido al aumento en el volumen del agua, las infiltraciones al drenaje afectan la cantidad y la composición química del agua residual que las tuberías transportan y que debe ser tratada por medio de las plantas de tratamiento de agua residual (PTAR). Los efectos negativos de las infiltraciones al drenaje tienen costos técnicos y económicos (Espinoza Gutiérrez, y otros, 2014, pág. 90).

Por lo regular la infiltración es mucho mayor en temporada de lluvia o después de un deshielo que en el periodo seco. En la normatividad y en la literatura internacional revisada, no se encontró un consenso sobre la cantidad de infiltración máxima permitida en los drenajes (Espinoza Gutiérrez, y otros, 2014, pág. 91).

1.3 Justificación

El desarrollo urbano desordenado y el crecimiento poblacional conllevan a que se haga mayor uso de aparatos sanitarios, las cuales descargan a las redes de alcantarillado. Estas abarcan su capacidad hidráulica, por lo que es necesario instalar o rehabilitar las tuberías de alcantarillado. Asimismo, es necesario recalcar que el acceso a los servicios básicos es un derecho urgente y primordial con el que debe contar toda persona.

Existe más de una manera de rehabilitar o instalar una tubería, ya sea de alcantarillado, agua, gas, electricidad o cualquier otro similar. Resaltan entre estos, el método convencional con zanja y el método sin zanja por *pipe bursting* o fragmentación. Asimismo, existen otras tecnologías tales piperamming, close fit, relining, spray lining y demás.

El presente trabajo de suficiencia profesional busca establecer un análisis comparativo entre el método convencional con zanja o el método sin zanja por *pipe bursting* para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado en el sector 350 del distrito de Comas y Carabayllo 2020

1.4 Objetivos:

1.4.1 Objetivo General:

- Determinar la diferencia que hay en la implementación del método con zanja y el método sin zanja, respecto a sus indicadores de gestión para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado en el sector 350 en el distrito de Comas y Carabayllo durante el 2020.

1.4.2 Objetivo Específico:

- Determinar la diferencia que hay en la implementación del método convencional y el método *pipe bursting*, respecto al indicador de costos para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado en el sector 350 en el distrito de Comas y Carabayllo durante el 2020.

- Determinar la diferencia que hay en la implementación del método convencional y el método pipe bursting, respecto al indicador de tiempo y productividad para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado en el sector 350 en el distrito de Comas y Carabayllo durante el 2020.
- Determinar la diferencia que hay en la implementación del método convencional y el método pipe bursting, respecto al indicador de parámetros ambientales para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado en el sector 350 en el distrito de Comas y Carabayllo durante el 2020.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases Teóricas.

Rehabilitación de tuberías

Con el paso del tiempo, las redes de alcantarillado se deterioran, la infraestructura supera su vida útil y, por lo tanto, el estado del servicio va declinando a la vez que aumentan las incidencias y los reclamos por parte de los usuarios. Esta situación hace necesaria la rehabilitación de las redes para aumentar su durabilidad y mejorar la calidad del servicio.

Pipe Bursting (Fragmentación ó Cracking ó Estallido de tubería)

El pipe bursting o cracking es una de las tecnologías sin zanja, el cual es un método de rehabilitación de tuberías, sin necesidad de retirar la tubería antigua, en el que se utiliza un cabezal de corte o fractura para quebrar o cortar la tubería existente, con un desplazamiento mecánico, permitiendo la instalación simultánea de la nueva tubería que viene adosada en la parte posterior del cabezal (ver Figura 3). Esta nueva tubería puede ser del mismo diámetro o uno mayor. (SEDAPAL, s.f., pág. 4)

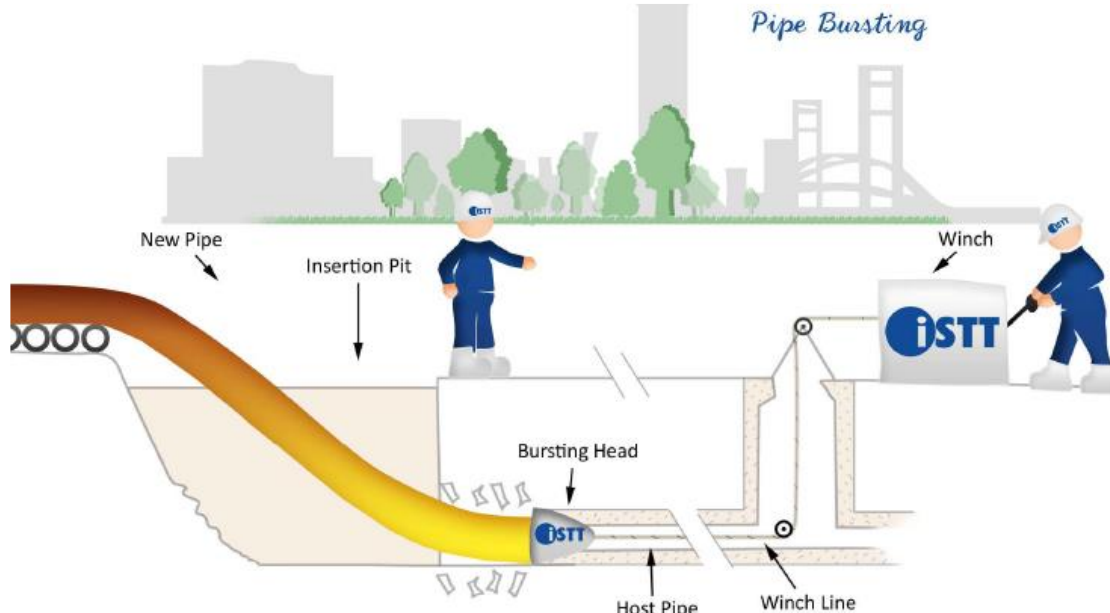


Figura 3 Personas que practican la defecación al aire libre en Perú

Los sistemas de pipe bursting se clasifican principalmente en dos clases: Pipe bursting estático y pipe bursting neumático o también conocido dinámico. (SEDAPAL, s.f., pág. 5)

Pipe Bursting Estático

En el sistema de arrastre estático, no se utiliza ninguna acción de martilleo, ya que se aplica una gran fuerza de tracción al cabezal de expansión en forma de cono a través de un conjunto de varilla de tracción o cable insertado a través de la tubería existente (ver figura 4). (SEDAPAL, s.f., pág. 5) .

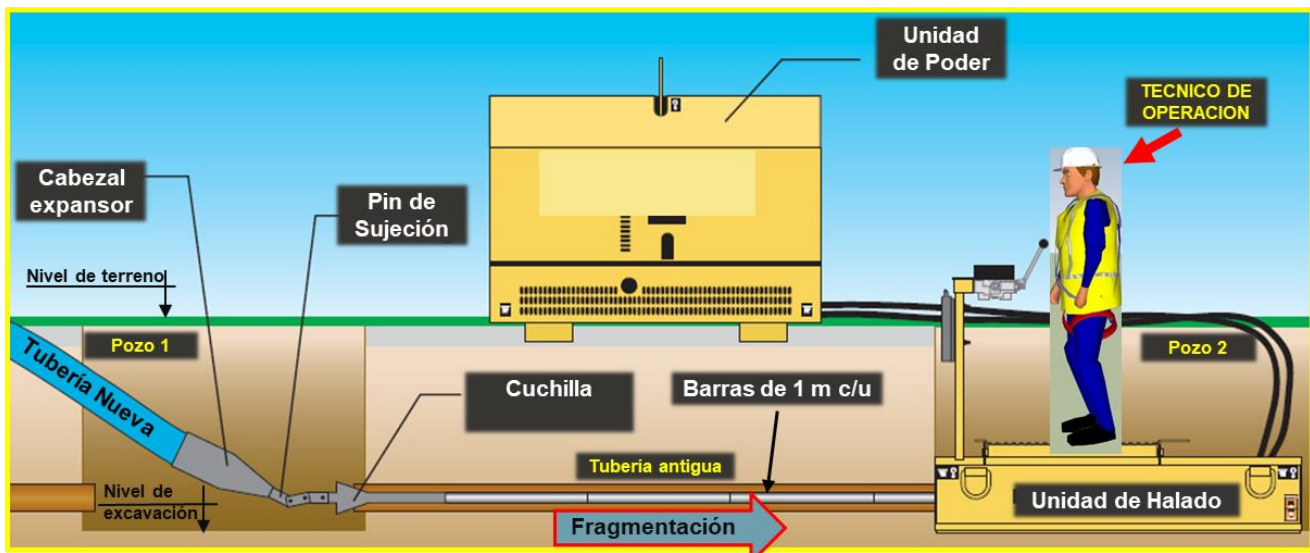


Figura 4 Esquema típico del método pipe bursting estático.

Pipe Bursting Neumático o Dinámico

En el sistema neumático, la herramienta de ruptura es un martillo de desplazamiento del suelo impulsado por aire comprimido. Se instala un expansor en la parte delantera o en la parte posterior del martillo neumático de desplazamiento de suelo. El conjunto de martillo neumático se lanza al tubo anfitrión a través de un pozo de inserción. La herramienta está conectada a un cabrestante (Winch) de tensión constante ubicado en el punto de recepción (ver figura 5). (SEDAPAL, s.f., pág. 6)

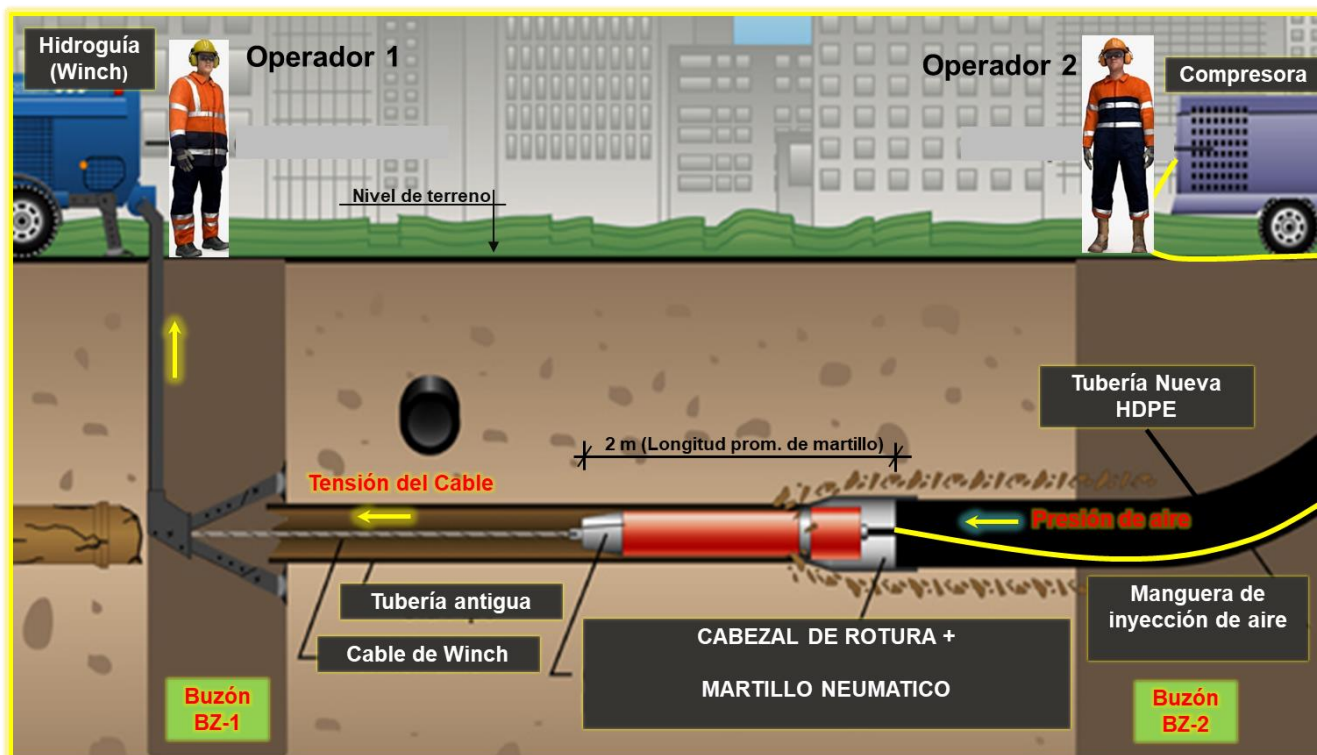


Figura 5 Esquema típico del método pipe bursting dinámico.

Pipe Bursting en el Perú

En el país el primer trabajo de renovación de tuberías de redes de agua y alcantarillado por el método pipe bursting, se realizó en 1997, en el distrito de Breña, uno de los 49 distritos de la ciudad de Lima. Para ello se realizaron estudios, los cuales indicaron que el distrito de Breña tenía aproximadamente 74 km de tubería de redes de agua, de los cuales 57 km requerían reemplazo o rehabilitación, siendo 6.4 km reemplazados mediante pipe bursting. Además, el sistema de redes de alcantarillado tenía 72 km, de los cuales 11 km requerían reemplazo o rehabilitación, siendo 4.2 km reemplazados mediante pipe bursting. (SEDAPAL, s.f., pág. 11)

Excavación convencional o con zanja.

Es aquella que se ejecuta en condiciones naturales de iluminación, ventilación y drenaje. Las excavaciones consisten en la extracción de materiales en sitios previamente definidos y en los que la zanja debe ser lo suficientemente ancha para permitir al personal trabajar en condiciones de seguridad. En el caso de estudio, el ancho mínimo ha sido el diámetro exterior más 0,3 m y, para el promedio, el diámetro exterior más 0,40 m. Si se hubiese requerido ampliar el ancho de la zanja debe hacerse por encima del lomo de la tubería. (Chaves Pabón, CárdenasMoreno, Avilez Romero, & Barajas Bernal, 2018, pág. 5)

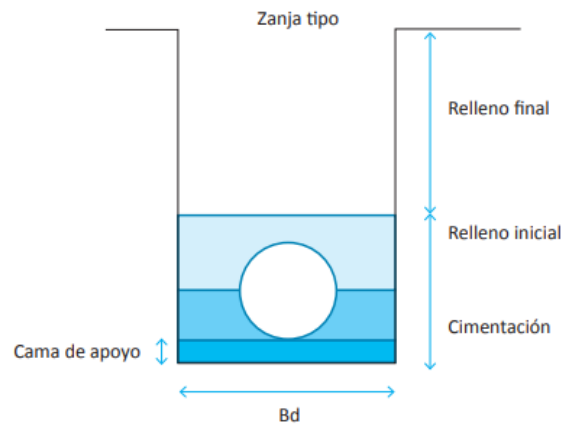


Figura 6. Excavación tipo en zanja o convencional.

2.2.Limitaciones del proyecto.

Las limitaciones del proyecto que se hallaron en el proyecto son variables en cada frente de trabajo, debido a que cada red de alcantarillado tiene condiciones (tipo de suelo, interferencias, caudal, profundidad) muy distintas a otras, y a nivel investigativo existe información limitada por el método sin zanja de *pipe bursting*, debido a que no es una tecnología muy conocida y que ha sido implementada en nuestro país hace un poco más de 20 años.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Experiencia en el área

En el 2018 inicié mis labores en el área de supervisión de obras en la empresa Acruta & Tapia Ingenieros SAC, con el cargo de Técnico Supervisor de Campo. Durante los primeros 8 meses laboré en el proyecto “Esquema Víctor Raúl Haya De La Torre – Ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado de los sectores 253-254-255-258-259 – Distritos Callao, Ventanilla y San Martín de Porres” que a la fecha se encuentra culminada. Dicho proyecto comprende de obras generales de agua potable y de redes secundarias de agua potable y alcantarillado, dentro del cual se me fue encargada los sectores 258 y 259 de redes secundarias de agua potable y alcantarillado.

Después participé en el proyecto “LOTE 2: Paquete B-2.2 – Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado (Sectores 347, 350); Paquete B-3 – Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado (Sectores 83A, 84A, 84B, 85A, 85C)”, en el cual laboré hasta el mes de julio del presente año, encargado de los sectores 347 y 350 que abarcan los distritos de Comas y Carabayllo. En este proyecto, me encargué de las redes secundarias de agua potable y alcantarillado. A la fecha, el proyecto se encuentra en la etapa de liquidación.

En la actualidad me encuentro dentro del proyecto “LOTE 1: Paquete A: Obras Generales de Agua Potable; Paquete B-1: Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado (Sectores 348A, 348B, 349A, 349B); Paquete B-2-1: Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado (Sectores 346, 351)”, en el cual estoy encargado en el sector 212 en obras generales (reservorios y pozos).

En los tres proyectos en los que participé en la empresa Acruta & Tapia Ingenieros SAC, desempeñé las mismas funciones con el cargo de Técnico Supervisor de Campo.

Dentro de mis funciones como Técnico Supervisor de Campo, llevaba el control técnico de ejecución de obras, control de calidad de obra, calidad de los materiales, control de seguridad, salud y ambiental en obra, además de ver el control económico (verificar y valorizar los metrados). Aparte de ello,

realicé formatos personalizados para llevar un control adecuado del avance de las actividades en los frentes de trabajo. Asimismo, realicé reportes y paneles gráficos diarios, semanales y mensuales para un óptimo control de avance de la obra.

En los frentes de trabajo realicé la verificación del cumplimiento de las actividades correctamente ejecutadas según expediente técnico, y que el personal obrero cuente con todos los documentos, permisos, herramientas y equipos de protección personal (EPP) como corresponda antes de iniciar alguna actividad. Llevé un control de pruebas y verificación de certificados de calidad para corroborar que los trabajos ejecutados y que los equipos, herramientas y/o materiales sean los más adecuados. Una vez que el contratista finalizaba cada trabajo, se daba aprobación mediante protocolos. Al cumplir cada fin de mes se realizaba el control económico del avance de obra mediante la valorización (contractual, adicionales, mayores metrados para sustentar a la entidad el avance del mes consecutivamente hasta la etapa de liquidación).

En estos proyectos realicé el control técnico de ejecución de obras, control de calidad de obra, calidad de los materiales, control de seguridad, salud y ambiental en obra. Además de ver el control económico (verificar y valorizar los metrados). Elaboré formatos personalizados para llevar un control adecuado del avance de las actividades en los frentes de trabajo. Asimismo, realicé reportes y paneles gráficos diarios, semanales y mensuales.

3.2. Desarrollo del proyecto

3.2.1. Datos del proyecto

Nombre del proyecto: “Optimización del Sistema 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 83, 85 y 212 – Lima Norte II – Lima”

Nombre de la obra: proyecto “LOTE 2: Paquete B-2.2 – Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado (Sectores 347, 350); Paquete B-3 – Redes Secundarias de Agua Potable y

Alcantarillado (Sectores 83A, 84A, 84B, 85A, 85C)". (Ver tabla 2, para ver sectores de trabajo según distritos)

Ubicación:

- Distritos : Comas, Carabayllo y Los Olivos
- Provincia : Lima
- Ciudad : Lima
- El área de influencia del Proyecto se ubica geográficamente en la Costa del Pacífico, en el área urbana al Norte de la ciudad de Lima, que se encuentra sobre los 77° 03' de longitud Oeste desde el Meridiano de Greenwich y a los 11° 55' de latitud Sur, desde el Ecuador. Su altitud media se estima en 137 m.s.n.m. (Ver figura 6, para plano de intervención de proyecto)

Tabla 2. Sectores resultantes en el presente proyecto para el Lote 2

DISTRITO	SECTOR ORIGINAL SEGÚN NOMENCLATURA ANTIGUA SEDAPAL	NUEVO SECTOR HIDRÁULICO	SUBSECTOR DE MANTENIMIENTO O ANILLO	RESERVORIO
COMAS	347	347-1	A, B.	ALBORADA R2
		347-2	A, B.	ALBORADA R1
CARABAYLLO	350	350-1 + 350-2	350-1 (A, B, C, D) y 350-2 (A,B,C,D).	SANTA ISABEL R1 y R2.
LOS OLIVOS	83A	83A-1	A, B.	VILLA SOL
		83A-2	A, B, C, D.	VILLA DEL NORTE
	84	84A-1	A, B, C, D, E.	OLIVOS DE PRO
		84A-2	A, B, C, D, E.	CONFRATERNIDAD 2
	85	84B-1	A, B, C, D.	CONFRATERNIDAD 1
		84B-2	A, B, C, D.	COMITE APOSTE
		85A	A, B, C.	PUERTA DE PRO
	85B-1	85B-1	A, B.	RIO SANTA
		85B-2 + 85C	85B2 (A, B) + 85C (A,B,C).	PRO
		85B-3	A, B.	SANTA LUISA

Nota. Ubicación de sector y subsectores por distritos.

3.3. Problemática

El crecimiento poblacional y el desarrollo urbano en nuestro país hace necesario la ejecución de nuevas instalaciones de servicios básicos (luz, agua, alcantarillado), entre ellas la red de alcantarillado, y en algunos casos la rehabilitación de una nueva. Para la IbSTT (2018) indica que los países llamados “desarrollados” ya han alcanzado hace tiempo o están en proceso de alcanzar una estabilización del crecimiento de la población, incluso un decrecimiento en algunos casos. Por el contrario los países en “desarrollo” presentan una pirámide de población muy característica, con una gran proporción de jóvenes y una esperanza de desarrollo poblacional espectacular (p. 60). Este es un caso muy particular para nuestro país que se encuentra en vías de desarrollo y que fue creciendo sin un orden territorial y se encuentra adaptándose a lo existente.

Debido a la alta densificación poblacional conlleva que haya mayor descarga de aguas residuales; tales como grises (contaminadas por actividades domésticas) y servidas (contaminadas por muestras fecales); y que tenga una falta de capacidad hidráulica y esto no satisface la demanda actual de la población trayendo consigo obstrucciones en las tuberías de alcantarillado generando aniegos que causan muchos malestares a la población. En la base de datos de las incidencias que registró SEDAPAL entre los años 2009 y 2014, se tiene que hubo atorós en red 15.5% del total de incidencias, y un 70.8% de atorós en conexiones del total de incidencias.

La población en su mayoría desconoce de la educación sanitaria, en algunos casos las obstrucciones presentadas en las tuberías son por los desechos sólidos de todo tipo, como palos, trapos, escombros, arenas, grasas, etc, como consecuencia del mal uso que hacen los vecinos de las redes.

Existe redes de alcantarillados que presentan degradación del material en las tuberías por la antigüedad, a esto le suma que algunos no tienen las pendientes mínimas exigidas por normativa nacional.

3.4. Herramientas utilizadas

Las herramientas que se usaron para el análisis comparativo entre ambos métodos, convencional y *pipe bursting*, fueron el expediente técnico (memoria descriptiva, planos, metrados, valorizaciones y protocolos) del proyecto y libros relacionados con el tema para tener mayor alcance de información.

3.5. Metodología

El diagrama de flujo en la Figura 07 resume la metodología para la identificación y selección de alcantarillado a rehabilitar en el Sector 350 del distrito de Comas y Carabayllo.

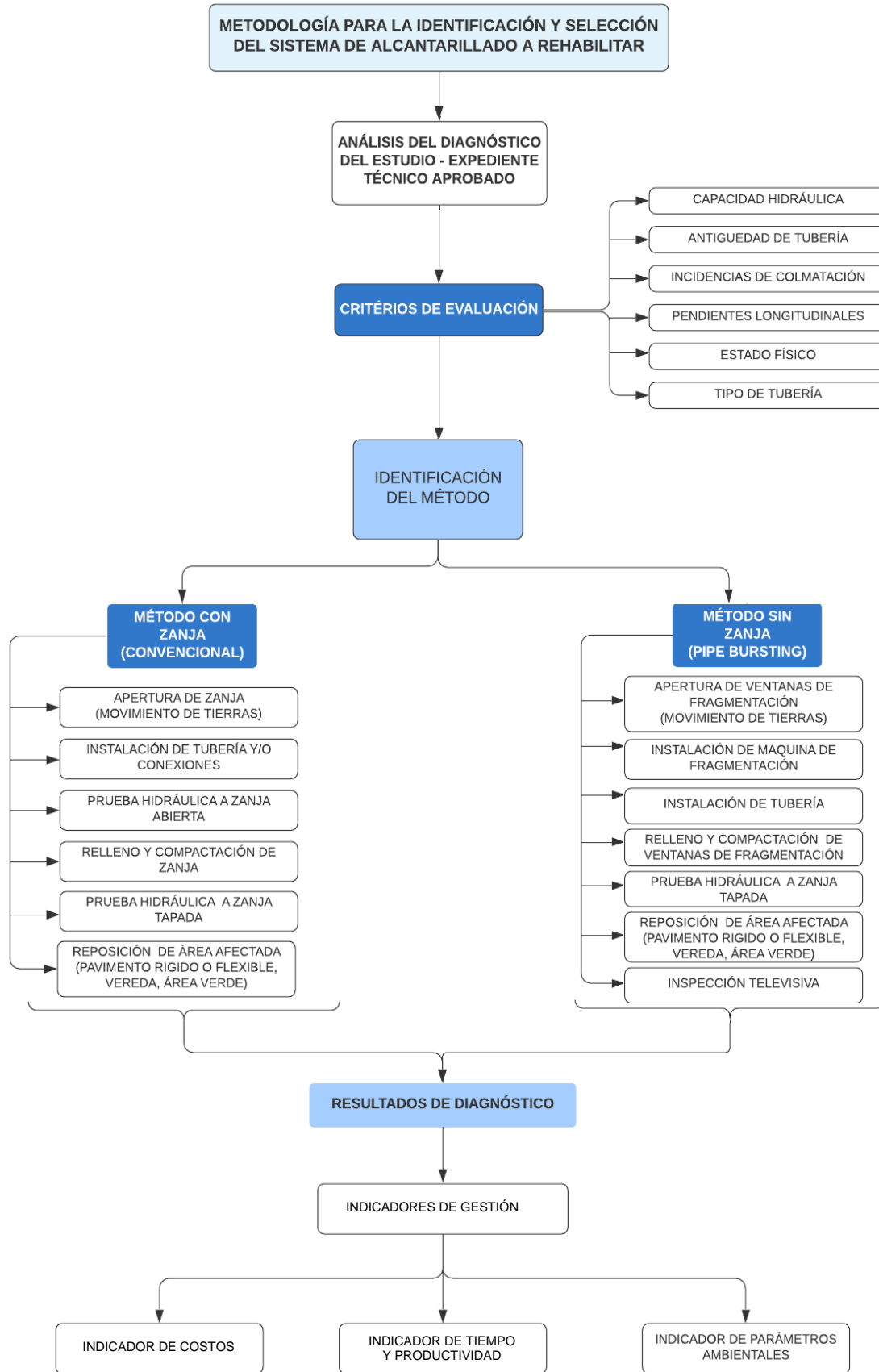


Figura 8 Flujoograma de metodología para la identificación del sistema de alcantarillado a rehabilitar.

- Zonas con pendientes bajas, fundamentalmente en San Felipe, Santa Isabel, Tungasuca y San Carlos, así como en algunos sitios de Los Olivos. En los tramos con bajas pendientes longitudinales, se acumulan los sedimentos y residuos sólidos, que contribuyen a la generación de los elementos que causan la corrosión.
- Debido a la falta de mantenimiento preventivo las tuberías han sufrido un deterioro mucho mayor a lo esperado, ya que la retención de residuos sólidos generan la producción de gases que a su vez, se transforma en ácido sulfúrico, que es el causante de la corrosión en las tuberías de concreto simple normalizado (CSN).

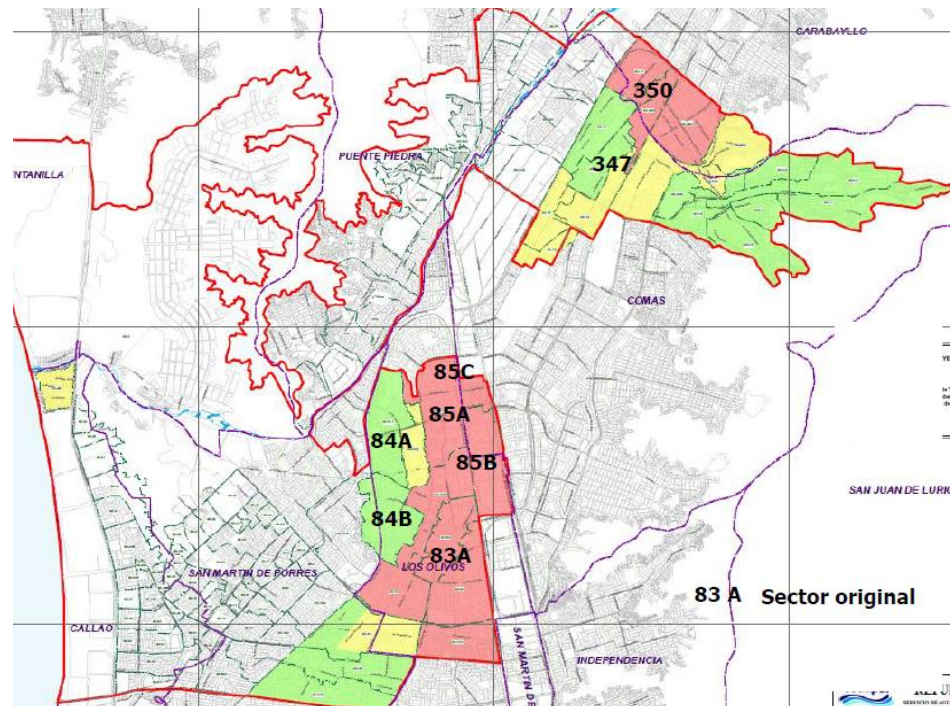


Figura 9 Zonas de implementación para la rehabilitación del alcantarillado, según Estudio de Factibilidad.

- Zona de poca probabilidad de rotura de las tuberías (color verde): Los resultados de los trabajos indican que en esta superficie las tuberías se encuentran en buen estado de conservación. Consideraron que el cambio en esta zona podría fluctuar entre el 10 y 20%.
- Zona de mediana probabilidad de rotura de las tuberías (color amarillo): Son zonas en las que encontraron tramos en buenas condiciones e igualmente, con indicios significativos de

corrosión; las edades de estas tuberías en algunos casos son menores a los 15 años. Proponen reemplazar entre el 40 y 60% de los tramos de tuberías.

- Zona de alta probabilidad de rotura de las tuberías (color rojo): En esta zona se identificó un fuerte proceso de corrosión y las tuberías tienen la mayor antigüedad. Recomendaron el reemplazo de un 85 al 95% de las tuberías.

Nota: En caso del sector 350, se tiene que todo el sector presenta alta probabilidad de rotura de las tuberías.

3.5.1.2. Descripción De La Red De Alcantarillado Existente

Previo a la descripción de las redes de alcantarillado, es oportuno mencionar, que SEDAPAL diferencia al colector primario del secundario, de acuerdo con el siguiente criterio:

- Colector primario: tubería con diámetro igual o mayor a 350 mm
- Colector secundario: tubería con diámetro menor a 350 mm. En general, las dimensiones varían entre 150 mm (para sistemas condominiales) y 315 mm.

3.5.1.2.1. Red Secundaria De Alcantarillado

El área total servida por las redes secundarias de alcantarillado existentes en el Lote 2, es de unas 1,247 hectáreas. La red funciona por gravedad y tiene unos 186,117 usuarios con servicio, estimados al año 2014, para una cobertura de un 78 %.

El 80.84 % de las tuberías de alcantarillado existentes son de concreto simple normalizado (CSN), mientras que el 19.4%, es de policloruro de vinilo (PVC).

En el Sector 350, se encuentran las tuberías más antiguas del área en estudio, ya que su instalación se remonta al año 1969 en la Urb. San Felipe, mientras que las más recientes datan del año 2012, y han sido colocadas en el Sector 347.

La red secundaria de alcantarillado está en funcionamiento, aunque presenta problemas como:

- Falta de capacidad hidráulica en algunos tramos: en general el sistema de alcantarillado está operativo, aunque se presentan limitaciones por problemas puntuales de falta de capacidad.
- Obstrucciones: por presencia de desechos sólidos de todo tipo, como palos, trapos, escombros, arenas, grasas, etc, como consecuencia del mal uso que hacen los vecinos de las redes, y, también, debido a la acumulación de sedimentos, producto de posibles limitaciones operativas de la entidad, para realizar la limpieza de los buzones y colectores. En este sentido se han encontrado buzones colmatados con aguas servidas, sedimentos o ambos, que permiten inferir, que hay tramos completos de colectores que no están operativos.
- Tramos con bajas pendientes: aproximadamente el 2.6% de los colectores tienen pendientes longitudinales menores al 0.5%, que contribuye al represamiento y mal funcionamiento hidráulico.
- *Degradación del material de concreto*: el gas sulfuro de hidrógeno que se libera en el interior de las tuberías de alcantarillado, se convierte en ácido sulfúrico, el cual ataca al concreto expuesto, que no está en contacto con el fluido, generando el deterioro del mismo.
- Roturas y fallas: debido al efecto de las cargas vivas; por apoyos inadecuados de las tuberías en el momento de la construcción; por daños causados por otros organismos cuando se instalan otros servicios o por fallas de los materiales, se presentan fisuras, roturas y deformación de tuberías de PVC o concreto.

En la tabla a continuación se resumen las principales características de la red existente en el Lote 2, por material y diámetro, y se indica la totalidad de buzones en cada sector.

Tabla 3 Resumen de la red secundaria de alcantarillado existente en el Lote 2

Sector	L (km)		L (km)		L (km)		L Total (km)	N° BZ
	D=200 mm		D=250 mm		D=300-315 mm			
	CSN	PVC	CSN	PVC	CSN	PVC		
Paquete B-2.2								
347	33.83	3.72	0.83		0.56		38.94	736
350	47.24	16.90	3.28	0.93	1.69	0.34	70.39	1,443
SubTotal	81.07	20.62	4.11	0.93	2.25	0.34	109.33	2,179
Paquete B-3								
83A	20.88	6.28	1.96	0.57	0.93	0.06	30.68	665
84	74.40	16.40	0.37		0.61	0,78	92.56	1,885
85	43.55	9.58	0.61		1.72		55.46	1,063
SubTotal	138.83	32.26	2.95	0.57	3.26	0.84	178.70	3,613
Lote 2	219.89	52.88	7.06	1.50	5.52	1.18	288.03	5,792

En la tabla 3, se observa que las tuberías son de concreto simple normalizado (CSN) y policloruro de vinilo (PVC), de acuerdo con la siguiente proporción:

- Tuberías de 200 mm representan el 94.62 % del total, siendo el 80.62 % de CSN y el 19.38 % de PVC.
- Tuberías de 250 mm representan el 2.97% del total, siendo el 82.49 % de CSN y el 17.51 % de PVC.
- Tuberías de 300 y 315 mm representan el 2.32 % del total, siendo el 82.34 % de CSN y el 17.66 % de PVC.

La longitud total de las tuberías con diámetros iguales o menores a 150 mm es de 240 m, y son 100 % de PVC.

3.5.1.3. Criterios Para La Identificación De Las Tuberías A Rehabilitar

A continuación, se describen los criterios seguidos para definir el estado de las redes de alcantarillado en el Lote 2 del área en estudio de Lima Norte II:

3.5.1.3.1. Antigüedad (Vida útil)

La antigüedad de las tuberías es un dato importante que está relacionado con la vida útil de las

mismas, y en este sentido, es oportuno definir la vida útil de las tuberías de alcantarillado, como la duración estimada para cumplir adecuadamente con su función para la recolección de las aguas servidas, aunque en la práctica, esta infraestructura continúa siendo de utilidad, mucho más allá del tiempo estimado como vida útil.

3.5.1.3.2. Estado físico

Para establecer la condición física de las tuberías de alcantarillado se realizaron los siguientes estudios:

a. Inspección visual interna (Nivel de degradación)

Las tuberías de alcantarillado pueden presentar deficiencias y deterioro, como consecuencia de:

- Problemas estructurales
- Fallos en la operación y mantenimiento
- Métodos y materiales inadecuados utilizados durante la construcción
- Otras razones: como la agresividad de las aguas servidas, características de los suelos, ubicación del nivel freático, etc.

Las fallas estructurales se presentan por factores, tales como:

- Degradación del material
- Grietas y fracturas
- Ruptura
- Desplazamiento de juntas
- Deformación
- Colapso

De acuerdo con los criterios establecidos por el Programa de Certificación para la Evaluación de Tuberías (Pipeline Assessment & Certification Program-PACP) de la Asociación Nacional de

Compañías de Servicio de Alcantarillado (National Association of Sewer Service Companies - NASSCO) se pueden presentar los siguientes grados o niveles de degradación de las tuberías de alcantarillado.













- Grado 1 Bajo Nivel de degradación. Fallo poco probable en futuro próximo.
- Grado 2 Poco Nivel de degradación. La tubería puede fallar en más de 20 años
- Grado 3 Medio Nivel de degradación. La tubería puede fallar entre 10 a 20 años
- Grado 4 Alto Nivel de degradación. La tubería probablemente fallará en 5 a 10 años
- Grado 5 Tubería totalmente degradada. La tubería ha colapsado o fallará en los próximos 5 años; en los casos extremos se indica que se requiere atención inmediata.

En la imagen a continuación, se presentan algunos ejemplos del aspecto visual de diversos grados de degradación en tuberías; las figuras corresponden a algunos tramos inspeccionados durante la campaña televisiva ejecutada como parte de esta consultoría en el área en estudio.

El nivel de degradación no sólo se refiere a las fallas estructurales que se pueden apreciar en las tuberías, es decir, lo que se conoce popularmente como la “corrosión” del concreto, sino también por la presencia de diversas fallas o daños de las tuberías, como: fisuras, grietas longitudinales o radiales, fracturas, deformaciones, etc.

Por ello, un tramo de tubería puede valorizarse con un nivel de corrosión medio (Grado 3), pero si presenta defectos mayores, como fisuras y fracturas, inclusive si hay fugas de aguas servidas, se puede concluir que el tramo tiene un Grado de degradación 4 o 5. Igualmente, se pueden evaluar tramos de tuberías con Grado 3 o con poco deterioro, Grado 2, pero si la tubería presenta uniones abiertas y algunas fisuras, por consiguiente, se cataloga como regular, y puede requerir su rehabilitación antes del horizonte de planificación.

Tabla 4 Ejemplos de grados de degradación del concreto

Nivel degradación	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
Grado 2			
Grado 3			
Grado 4			
Grado 5			

Fuente: Campaña TV ejecutada por el Consorcio Ingeniería Lima Norte II

b. Inspección visual externa

Se realizaron calicatas para este tipo de inspección. Cada calicata se excavó manualmente, adyacente a un buzón, de tal manera de descubrir la pared de concreto del mismo y la tubería de alcantarillado. La dimensión máxima de cada calicata fue de 1,5 m de ancho, aproximadamente 1,5 m de largo y la profundidad necesaria hasta conseguir la tubería de alcantarillado, que para redes secundarias es del orden de 3,0 m. En este caso la profundidad máxima fue de 3.35 m mientras que la mínima de 0.62 m.

En cada calicata se registró la siguiente información:

- Ubicación georeferenciada
- Datos de la tubería de alcantarillado:
 - Clase o tipo (material): Concreto simple normalizado (CSN) o Policloruro de vinilo (PVC)
 - Perímetro externo y en consecuencia, el diámetro externo
 - Estado físico
 - Estado de juntas, si se observan fisuras longitudinales, fuga de aguas servidas y cualquier otro dato de interés.
- Figuras de la tubería de alcantarillado expuesta
- Datos de la instalación
 - Material de relleno
 - Material del apoyo
- Figuras de la calicata abierta
- Nivel freático (si procede).

Una vez finalizada la evaluación y tomas de datos, las calicatas que se excavaron durante el día fueron tapadas de inmediato, dejando la superficie en condiciones similares a la original, ya que las Municipalidades exigen fichas para dar la conformidad y cierre del permiso de obra.

3.5.1.3.3. Incidencia de atoros

El Equipo de Operación y Mantenimiento de Comas cuenta con un sistema denominado “Sistema de Gestión de Incidencias Operativas”, por sus siglas SGIO, que sintetiza los reportes de las incidencias que se presentan, el mantenimiento ejecutado, el seguimiento y el control de las mismas en cada año, desde el 2006. Sin embargo, para esta consultoría, SEDAPAL solo proporcionó las incidencias registradas desde el año 2009, hasta junio de 2014.

Los usuarios hacen un reclamo a SEDAPAL, y el incidente se registra a través del “Número de Identificación de Servicio” (NIS), que, en la base de datos suministrada, se llama NIS-RAD.

Respecto a los tipos de AVISOS, SEDAPAL distingue los siguientes:

- **Alcance general**
 - Atoro en red
 - Aniego
 - Aniego por atoros
 - Aniego de grandes proporciones
 - Filtración de desagüe
 - Falta tapa de buzón
- **Alcance cuadra**
 - Atoro en conexión
 - Aniego
- **Alcance particular y/o predio**
 - Atoro en conexión
 - Filtración de desagüe
 - Falta de tapa en caja de registro

Por otro lado, la clasificación de incidencias de SEDAPAL es extensa llegándose a identificar más de 30 tipos, que en su mayoría, representan un porcentaje muy bajo, de ocurrencia. Por ello, se han considerado que las incidencias más relevantes, para establecer el estado de las tuberías de la red de alcantarillado, son las que se indican a continuación:

- Atoro en red
- Aniego por atoros

- Aniego
- Atoro en conexión
- Aniego de grandes proporciones
- Filtración de desagüe

Se analizaron las incidencias anteriores entre los años 2009 y 2014, y se determinaron cuantas de ellas se repiten al menos dos veces en ese intervalo de tiempo. Algo importante a destacar, es que estas incidencias no tienen una relación directa con el estado de las tuberías, ya que por ejemplo, los atoros en las redes pueden deberse a un inadecuado uso del alcantarillado, o a la falta de mantenimiento preventivo de la entidad, y no debido a la condición física de los colectores.

Un aspecto fundamental para establecer la necesidad o no del reemplazo de las redes secundarias de alcantarillado lo constituye la determinación de la capacidad hidráulica de las redes secundarias de alcantarillado, para los caudales de diseño correspondientes al horizonte de planificación (año 2038), ya que aun cuando las condiciones físicas de las tuberías sean las adecuadas, si no tienen capacidad, se recomendará su renovación.

Para ello, se analiza la data proporcionada por los equipos de topografía a fin de establecer la geometría de la red: coordenadas de los buzones, cotas de fondo de todas las tuberías que entran y salen de cada buzón, dirección del flujo.

Se aplican los criterios técnicos generales establecidos en el Capítulo 9 del Reglamento Técnico de Proyectos de SEDAPAL:

- El sistema de alcantarillado ha de funcionar por gravedad, salvo casos especiales debidamente sustentados.
- El caudal de diseño en el sistema de alcantarillado se determina con el valor del caudal máximo horario.

- El caudal de contribución al alcantarillado debe ser calculado con un coeficiente de retorno (C) del 80% del caudal de agua potable consumida.
- El diámetro mínimo de los colectores es de 200 mm; para casos excepcionales y solo en habilitaciones de uso de vivienda, se pueden utilizar colectores de 150 mm.
- La altura máxima de la lámina de flujo debe ser el 75% del diámetro de la tubería, admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente.
- Para asegurar la autolimpieza, cada tramo debe ser verificado por el criterio de tensión tractiva o tensión de arrastre. Para PVC $> 0.6\text{MPa}$.
- Caudal en tramos de arranque: 1.5 lps.
- La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final $V_f=5\text{ m/s}$.
- El coeficiente de rugosidad utilizado para tuberías de CSN fue de 0.020 y para PVC, 0.013, considerando la antigüedad de las tuberías.

Incidencia de colmataciones o atoros en pendientes

a. Pendientes bajas

En los colectores con pendientes longitudinales bajas disminuye la velocidad del flujo, se propicia la deposición de los sólidos orgánicos y la sedimentación, se incrementa la profundidad de las aguas servidas y por ende, se libera el gas de sulfuro de hidrógeno (H_2S), tal y como se explicó anteriormente, relacionado con el grado de degradación.

El sulfuro de hidrógeno liberado se convierte biológicamente en ácido sulfúrico (H_2SO_4), el cual ataca la superficie de la tubería que no está en contacto con el fluido residual, dando como resultado el deterioro del concreto expuesto.

Por ello, con base en la geometría disponible de la red de alcantarillado, obtenida a partir de los trabajos topográficos, se detectan los tramos donde los colectores de alcantarillado presentan bajas

pendientes longitudinales, específicamente menores al 0.5%, ya que son tramos potenciales para que se acelere la degradación del concreto.

b. Pendientes altas

Por otro lado, en tramos con altas pendientes la turbulencia es otro factor que puede propiciar la generación y liberación del gas sulfuro de hidrógeno (H_2S), y posiblemente, causar problemas de deterioro del material; además, de la erosión y el desgaste del fondo de las tuberías de concreto, por concepto de las altas velocidades del flujo.

En este sentido, de acuerdo con el Artículo 9.2.6 del Reglamento Técnico de Proyectos de SEDAPAL, la máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final de 5 m/s.

c. Contra pendientes

De acuerdo con la información obtenida de los trabajos topográficos, se han encontrado tramos de tubería en contrapendiente, es decir, con una pendiente longitudinal contraria a la dirección del flujo, seguramente, debido a la acumulación de sedimentos y desechos sólidos en el fondo de las tuberías, que están produciendo el cambio del patrón de flujo en algunos tramos de la red de alcantarillado.

Esta condición se destaca como criterio a considerar para recomendar la sustitución de colectores, toda vez que al igual que para el caso de bajas pendientes, se incrementa el tiempo de retención de las aguas residuales, y propicia la condición séptica de las mismas, con la consecuente liberación del gas sulfuro de hidrógeno.

3.5.1.4. Identificación del método

3.5.1.4.1. Rehabilitación de redes de alcantarillado, Método convencional con zanja

Por todos es conocido que el método con zanja, también denominado método tradicional, consiste en abrir una zanja para reemplazar la tubería existente o para colocar un colector en paralelo adicional, a la tubería existente.

Se ha propuesto la renovación del alcantarillado mediante el método tradicional, en los siguientes casos:

- Tramos donde se ha modificado la pendiente longitudinal de la tubería, a fin de mejorar el funcionamiento hidráulico de la red (en general, se han incrementado las pendientes menores a 0,5 %).
- Aquellos sitios donde sea necesario relocalizar los colectores de alcantarillado, porque se encuentran en ámbito privado.
- Cuando la profundidad entre la superficie del terreno (calzada, berma o vereda) y la rasante de la tubería es inferior a 1.0 m (limitante del método sin zanja, según se verá más adelante).
- Cuando exista interferencia notable con otros servicios existentes, como, por ejemplo, si la tubería de gas se encuentra muy cercana a la tubería a renovar (< 30 cm).

Para el resto de los tramos a rehabilitar se recomienda emplear el método sin zanja, tal y como se indica en el inciso siguiente, ya que, con el método tradicional, a manera de resumen:

- Se incrementan los costos relacionados con el movimiento de tierra (excavación, relleno, refine) y posibles costos adicionales, para la disposición de tuberías o suelos contaminados por las aguas servidas.
- La duración de la construcción es más larga.
- Se genera un mayor impacto social y vial (tránsito vehicular y peatonal), al medio ambiente y a los usuarios del servicio.

Procedimiento Constructivo

1. Apertura de zanja

Para empezar con la rehabilitación de tubería con zanja, se hace un trazo de la red en donde se trabajará, señalando las interferencias ya sea de línea telefónica, gas o de electricidad (ver Figura N° 09). Después de definir el trazo, se procede con el corte sobre ello y se retira el material excedente de carpeta asfáltica (ver Figura N° 10). Una vez retirado el excedente de carpeta asfáltica se hace la excavación ya sea con maquinaria tipo retroexcavadora o a pulso según se presente las condiciones del área de trabajo y se retira el material propio y la tubería existente (ver Figura N° 11). Se hace el entibado de la excavación de la zanja como apuntalamiento del terreno, y evitar inseguridades en la zanja (ver Figura N° 04).



Figura 10 Trazo para excavación de redes y conexiones domiciliarias de alcantarillado.



Figura 11 Corte con disco diamantado sobre el trazo de la línea y conexiones de alcantarillado



Figura 12 Excavación de colectora y conexiones de alcantarillado, debidamente señalizado.



Figura 13 Colocación de entibado de madera en zanja

2. Instalación de tubería y/o conexión de alcantarillado.

Se define la longitud de tubería a rehabilitar según proyecto, para ello se hace la termofusión de la tubería de HDPE con un operario capacitado para dicha pega (ver Figura N° 13). Además toda pega ejecutada debe ser simétrica y marcada con sus características (ver Figura N° 14). Después de ello se procede a instalar la tubería HDPE en la zanja sobre una cama de arena (ver Figura N° 15). Luego se corrobora las cotas de la pendiente longitudinal con un nivel topográfico en campo para su correcta instalación (ver Figura N° 16). En el caso de que haya que instalar conexiones en la red de alcantarillado se hará el asentado de la caja de alcantarillado y solaqueo (ver Figura N° 17), así para hacer el empalme con una tubería de PVC hacia la red de alcantarillado (ver Figura N° 18).



Figura 14 Termofusión de tubería HDPE, a ser instalada en colectora de alcantarillado.



Figura 15 Verificación de juntas de pega de termofusión en tubería HDPE



Figura 16 Instalación de tubería HDPE, sobre cama de arena.



Figura 17 Verificación de pendiente longitudinal de tubería tendida.



Figura 18 Instalación de caja de alcantarillado y solaqueado.



Figura 19 Instalación de conexión de alcantarillado PVC a red colectora.

3. Prueba hidráulica a zanja abierta

Una vez realizada la instalación de la tubería de HDPE y conexiones según sea el tramo a instalar, se realiza la prueba hidráulica de estanqueidad a zanja abierta para corroborar que no haya fugas (ver Figura N° 19), después de controlar 1 hora según manda proyecto no debería mostrar variación alguna sobre ella, se hace la toma de la prueba con una cinta métrica o con una marca de lapiz en el nivel del agua (ver Figura N° 20).



Figura 20 Prueba hidráulica a zanja abierta de colectora y conexiones de alcantarillado.

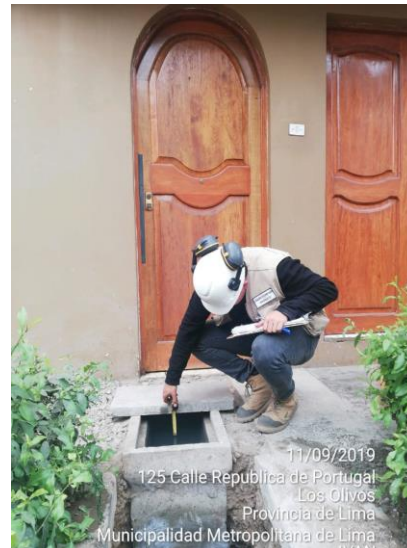


Figura 21 Control de prueba hidráulica sin que demuestre disminución.

4. Relleno y compactación de zanja

Se prosigue con el relleno y compactación de la zanja con material propio como subbase del terreno en capas de 15cm (ver Figura N° 21), y la capa base siendo en dos capas de 15cm de la misma manera se rellena con material afirmado (ver Figura N° 22). Una vez terminado la compactación se hace la verificación del espesor de la carpeta asfáltica a reponer (ver Figura N° 23), y verificación del espesor de veredas a reponer con concreto (ver Figura N° 24). Para confirmar la culminación de la actividad de compactación se hace la prueba de compactación con densímetro nuclear (ver Figura N° 25).



Figura 22 Relleno y compactación con material propio para tapado de zanja.



Figura 23 Relleno y compactación de base con material afirmado para tapado de zanja.



Figura 24 Verificación de espesor para reposición de carpeta asfáltica en colectora.



Figura 25 Verificación de espesor de veredas para reposición de concreto en conexiones



Figura 26 Prueba de compactación con densímetro nuclear.

5. Prueba hidráulica a zanja tapada

Una vez tapada la zanja se hace una prueba hidráulica de estanqueidad a zanja tapada, para verificar que no haya fugas en la red de alcantarillado instalada (ver figura N° 26).



Figura 27 Prueba hidráulica a zanja tapada

6. Reposición de área afectada (pavimento rígido o flexible, vereda o área verde)

Ya sea la reposición de asfalto en pavimento flexible o concreto en rígido, se verifica el correcto procedimiento (ver Figura N° 27). De la misma manera para la reposición de veredas para el caso de conexiones (ver Figura N° 28), o para la reposición de áreas verdes (ver Figura N° 29).



Figura 28 Reposición de asfalto



Figura 29 Reposición de concreto en veredas.



Figura 30 Reposición de áreas verdes.

3.5.1.4.2. Rehabilitación de redes de alcantarillado, Método sin zanja

Como su nombre lo indica, en el método sin zanja la renovación y remplazo de aquellas tuberías existentes, que por sus condiciones estructurales han llegado a su límite de servicio, se realiza sin necesidad de abrir zanjas a cielo abierto.

En este sentido, una vez realizado el análisis técnico de las diferentes tecnologías de construcción sin zanja, usadas tanto nacional como internacionalmente, se realizó el estudio económico comparativo entre el costo de aplicación del método con zanja respecto al sin zanja, llegándose a la conclusión que la tecnología conocida como fragmentación (pipe bursting) de la tubería antigua, es el mejor método constructivo a ser empleado para la rehabilitación de la red de alcantarillado de Lima Norte II.

Se debe destacar que se recomienda emplear el cracking estático porque, en comparación con el método de fragmentación dinámico, el primero no produce efectos colaterales en los alrededores, toda vez que la vibración en el interior del terreno es menor. En términos generales, se recomienda emplear la fragmentación, para la rehabilitación de las redes secundarias de alcantarillado en el Lote 2:

- En las vías de comunicación principales como medida de mitigación de desastres, en las vías arteriales deben quedar siempre operativos los colectores principales, después de un sismo.

- Cuando los colectores se encuentren muy profundos y/o las calles sean muy angostas (siempre y cuando no se requiera modificar la pendiente longitudinal de la tubería).
- Cuando las localidades donde se realizarán las obras, se consideren patrimonio histórico o cultural de la nación.
- En habilitaciones urbanas consolidadas con todos los servicios colocados y vías recientemente pavimentadas, a fin de evitar múltiples interferencias con los servicios.

Procedimiento Constructivo

1. Apertura de ventana de fragmentación (movimiento de tierras)

Para empezar con la rehabilitación de tubería sin zanja, se hace un trazo de la red en donde se trabajara e instalara la máquina de fragmentación, señalando las interferencias ya sea de línea telefónica, gas o de electricidad (ver Figura N° 30). Después de definir el trazo, se procede con el corte sobre las ventanas de fragmentación y se retira el material excedente de carpeta asfáltica (ver Figura N° 31). Una vez retirado el excedente de carpeta asfáltica se hace la excavación ya sea con maquinaria tipo retroexcavadora o a pulso según se presente las condiciones del área de trabajo y se retira el material propio y la tubería existente en ese tramo (ver Figura N° 32). Se hace la instalación de la maquina de fragmentación con la que se hará la rehabilitación de la tubería de HDPE sobre la antigua. (ver Figura N° 33).



Figura 31 Trazo para excavación de red y conexiones domiciliarias de alcantarillado. Señalización de interferencias.



Figura 32 Corte con disco diamantado sobre la ventana de fragmentación y conexiones de alcantarillado.



Figura 33 Excavación de ventana de fragmentación y conexiones de alcantarillado, debidamente señalizado.



Figura 34 Instalación de maquina de fragmentación y entibado.

2. Instalación de tubería y/o conexión de alcantarillado.

Se define la longitud de tubería a rehabilitar según proyecto, para ello se hace la termofusión de la tubería de HDPE con un operario capacitado para dicha pega (ver Figura N° 34).

Además toda pega ejecutada debe ser simétrica y marcada con sus características (ver Figura N° 35). Después de ello se procede a instalar la tubería HDPE, a esta se le hace una pega sobre la guía de la maquina de la fragmentación para que esta vaya fracturando la tubería

antigua en lo que se va instalando y esta ingresara por una de las ventanas (ver Figura N° 36).

Una vez la guía de la máquina de fragmentación llegue al otro lado de la ventana se procederá a quitar la guía y esta mantendrá su antigua pendiente longitudinal (ver Figura N° 37). En el caso de que haya que instalar conexiones en la red de alcantarillado se hará el asentado de la caja de alcantarillado y solaqueo (ver Figura N° 38), así para hacer el empalme con una tubería de PVC hacia la red de alcantarillado (ver Figura N° 39).



Figura 35 Termofusión de tubería HDPE, a ser instalada en colectora de alcantarillado.



Figura 36 Verificación de juntas de pega de termofusión en tubería HDPE



Figura 37 Lanzamiento de tubería de alcantarillado por fragmentación.



Figura 38 Llegada de tubería del lanzamiento de máquina de fragmentación.



Figura 39 Instalación de caja de alcantarillado y solaqueado



Figura 40 Instalación de conexión de alcantarillado PVC a red colectora.

3. Relleno y compactación de ventana de fragmentación y conexiones

Se prosigue con el relleno y compactación de la zanja con material propio como subbase del terreno en capas de 15cm (ver Figura N° 40), y la capa base siendo en dos capas de 15cm de la misma manera se rellena con material afirmado (ver Figura N° 41). Una vez terminado la compactación se hace la verificación del espesor de la carpeta asfáltica a reponer (ver Figura N° 42), y verificación del espesor de veredas a reponer con concreto (ver Figura N° 43). Para confirmar la culminación de la actividad de compactación se hace la prueba de compactación con densímetro nuclear (ver Figura N° 44).



Figura 41 Relleno y compactación con material propio para tapado de zanja.



Figura 42 Relleno y compactación de base con material afirmado para tapado de zanja.



Figura 43 Verificación de espesor para reposición de carpeta asfáltica en ventana de fragmentación.



Figura 44 Verificación de espesor de veredas para reposición de concreto en conexiones.



Figura 45 Prueba de compactación con densímetro nuclear.

4. Prueba hidráulica a zanja tapada

Una vez realizado el tapado de las ventanas de fragmentación se hace una prueba hidráulica de estanqueidad a zanja tapada, para verificar que no haya fugas en la red de alcantarillado instalada (ver Figura N° 45).



Figura 46 Prueba hidráulica a zanja tapada

5. Reposición de área afectada (pavimento rígido o flexible, vereda o área verde)

Ya sea la reposición de asfalto en pavimento flexible o concreto en rígido, se verifica el correcto procedimiento (ver Figura N° 46). De la misma manera para la reposición de veredas para el caso de conexiones (ver Figura N° 47), o para la reposición de áreas verdes (ver Figura N° 48).



Figura 47 Reposición de asfalto



Figura 48 Relleno y compactación de base con material afirmado para tapado de zanja.



Figura 49 Reposición de áreas verdes.

6. Inspección televisiva.

Una vez culminada toda la actividad de rehabilitación de la tubería de HDPE, se procede con la inspección televisiva para verificar que no presente deflexiones o algún inconveniente al haberlo rehabilitado por fragmentación (ver Figura N° 49).



Figura 50 Verificación de red de alcantarillado por inspección televisiva.

3.5.1.5. Resultados de diagnóstico

Después de haber identificado el método de rehabilitación de tubería de alcantarillado ya sea por el convencional o por *pipe bursting*, se definirán indicadores de medición para llevar un adecuado control de los trabajos ya ejecutados.

3.5.1.5.1. Indicadores de gestión

3.5.1.5.1.1. Indicador de costos

En el indicador de costos esta asignada el costo de cada actividad, permitiendo evaluar y comparar los precios por partida de ambos métodos. Incluye precio de mano de obra, herramientas, equipos y materiales.

3.5.1.5.1.2. Indicador de tiempo y productividad

En la verificación de programación de obra está determinado el tiempo de la actividad por ambos métodos, y permitirá evaluar el tiempo adecuado según las condiciones en las que se encuentre cada tramo en el proyecto. Además permite evaluar la productividad de avance de obra de ambos métodos.

3.5.1.5.1.3. Indicador de parámetros ambientales

El cumplimiento de los parámetros permitió identificar las condiciones ambientales de cada método de rehabilitación de tubería ya sea cual de ellas presente índices variables al otro. Estas incluyen la contaminación visual, sonora y ambiental.

4.1. Resultados sobre valorizaciones

Se realizó la evaluación de los resultados de costos de método con zanja y sin zanja, teniendo en consideración la profundidad del terreno por cotas (de 1.00 a 1.50, de 1.51 a 2.00, de 2.01 a 2.50, 2.51 a 3.00, de 3.01 a 3.50, de 3.51 a 4.00 y de 4.00 a 5.00 metros) y por diámetro de tubería a instalar desde la tabla 5 hasta la 24. La longitud de la línea instalada se considerará de 40m como dato para todos los casos, siendo esta referencial. Los cuadros de asignación de valorización fue elaborada extrayendo del expediente técnico aprobado. Finalmente se presenta la tabla 25 como resumen de ambos métodos y verificar los costos.

Tabla 5 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método con zanja para una profundidad de 1,00m a 1,50m y con un diámetro DN 200mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN MÉTODO CON ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrado	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminacion desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	40.00	3388.80
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 200 mm - 250 mm de 1,00 m a 1,50 m prof.	m	7.53	40.00	301.20
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 200 mm - 250 mm para toda prof. (Incluye pago por disposicion final en centro autorizado)	m	6.43	40.00	257.20
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 200 mm - 250 mm para toda profund.	m	1.69	40.00	67.60
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub.DN 200 mm - 250 mm t. normal en zona aledaña	m	4.38	40.00	175.20
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 200 mm - 250 mm por reemplazar	m	7.88	40.00	315.20
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.35	17.65
Relleno comp. zanja (máq.) p/tub. t-normal DN 200 mm - 250 mm de 1,00 m a 1,50 m prof. a rehabilitar	m	27.82	40.00	1112.80
PRUEBAS				
Pruebas de compactación de suelos (Proctor modificado y de control de compactación - densidad de campo)	m	72.14	40.00	2885.60
ENTIBADO DE ZANJAS				
Entibado de madera para línea hasta 1.50 m de prof.	m	43.62	40.00	1744.80
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 200 mm (incl. desperd.)	m	41.59	40.00	1663.60
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Instalación tub. polietileno p/desagüe DN 200 mm incluye prueba hidráulica a zanja abierta	m	11.87	40.00	474.80
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 200 mm	m	9.07	40.00	362.80
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 200 mm - 250 mm	m	11.73	40.00	469.20
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	9870.11

Tabla 6 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método sin zanja para una profundidad de 1,00m a 1,50m y con un diámetro DN 200mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN MÉTODO SIN ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrados	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	6.00	508.32
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 200 mm - 250 mm de 1,00 m a 1,50 m prof.	m	7.53	6.00	45.18
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 200 mm - 250 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	6.43	6.00	38.58
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 200 mm - 250 mm para toda profund.	m	1.69	6.00	10.14
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub.DN 200 mm - 250 mm t. normal en zona aledaña	m	4.38	6.00	26.28
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 200 mm - 250 mm por reemplazar	m	7.88	6.00	47.28
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.05	2.63
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 200 mm - 250 mm de 1,00 m a 1,50 m prof. a rehabilitar	m	27.82	6.00	166.92
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 200 mm (incl. desperd.)	m	41.59	40.00	1663.60
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Limpieza hidráulica de colectores con equipo a presión (Hidrojet)	m	19.70	40.00	788.00
Inspección de C.C.T.V.	m	8.18	40.00	327.20
Instalación de tubería sin zanja DN 200 mm para desagüe	m	75.11	40.00	3004.40
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 200 mm	m	9.07	40.00	362.80
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 200mm - 250 mm	m	11.73	40.00	469.20
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	7482.99

Tabla 7 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método con zanja para una profundidad de 1,51m a 2,00m y con un diámetro DN 200mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO CON ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrado	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte + rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	40.00	3388.80
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 200 mm - 250 mm de 1,51 m a 2,00 m prof.	m	9.63	40.00	385.20
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 200 mm - 250 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	6.43	40.00	257.20
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 200 mm - 250 mm para toda profund.	m	1.69	40.00	67.60
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 200 mm - 250 mm t. normal en zona aledaña	m	4.38	40.00	175.20
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 200 mm - 250 mm por reemplazar	m	7.88	40.00	315.20
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.35	17.65
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 200 mm - 250 mm de 1,51 m a 2,00 m prof. a rehabilitar	m	29.18	40.00	1167.20
PRUEBAS				
Pruebas de compactación de suelos (Proctor modificado y de control de compactación - densidad de campo)	m	72.14	40.00	2885.60
ENTIBADO DE ZANJAS				
Entibado de madera para línea hasta 3.50 m de prof.	m	101.78	40.00	4071.20
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 200 mm (incl. desperd.)	m	41.59	40.00	1663.60
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Instalación tub. polietileno p/desagüe DN 200 mm incluye prueba hidráulica a zanja abierta	m	11.87	40.00	474.80
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 200 mm	m	9.07	40.00	362.80
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 200 mm - 250 mm	m	11.73	40.00	469.20
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	12334.91

Tabla 8 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método sin zanja para una profundidad de 1,51m a 2,00m y con un diámetro DN 200mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO SIN ZANJA)				
Actividad	unidad	P. Unitario	metrados	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	6.00	508.32
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 200 mm - 250 mm de 1,51 m a 2,00 m prof.	m	9.63	6.00	57.78
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 200 mm - 250 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	6.43	6.00	38.58
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 200 mm - 250 mm para toda profund.	m	1.69	6.00	10.14
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 200 mm - 250 mm t. normal en zona aledaña	m	4.38	6.00	26.28
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 200 mm - 250 mm por reemplazar	m	7.88	6.00	47.28
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.05	2.63
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 200 mm - 250 mm de 1,51 m a 2,00 m prof. a rehabilitar	m	29.18	6.00	175.08
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 200 mm (incl. desperd.)	m	41.59	40.00	1663.60
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Limpieza hidráulica de colectores con equipo a presión (Hidrojet)	m	19.70	40.00	788.00
Inspección de C.C.T.V.	m	8.18	40.00	327.20
Instalación de tubería sin zanja DN 200 mm para desagüe	m	75.11	40.00	3004.40
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 200 mm	m	9.07	40.00	362.80
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 200mm - 250 mm	m	11.73	40.00	469.20
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	7503.75

Tabla 9 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método con zanja para una profundidad de 2,01m a 2,50m y con un diámetro DN 250mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO CON ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrado	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	40.00	3388.80
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 200 mm - 250 mm de 2,01 m a 2,50 m prof.	m	11.31	40.00	452.40
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 200 mm - 250 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	6.43	40.00	257.20
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 200 mm - 250 mm para toda profund.	m	1.69	40.00	67.60
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 200 mm - 250 mm t. normal en zona aledaña	m	4.38	40.00	175.20
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 200 mm - 250 mm por reemplazar	m	7.88	40.00	315.20
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.35	17.65
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 200 mm - 250 mm de 2,01 m a 2,50 m prof. a rehabilitar	m	31.81	40.00	1272.40
PRUEBAS				
Pruebas de compactación de suelos (Proctor modificado y de control de compactación - densidad de campo)	m	72.14	40.00	2885.60
ENTIBADO DE ZANJAS				
Entibado de madera para línea hasta 3.50 m de prof.	m	101.78	40.00	4071.20
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 250 mm (incl. desperd.)	m	64.14	40.00	2565.60
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Instalación tub. polietileno p/desagüe DN 250 mm incluye prueba hidráulica a zanja abierta	m	13.95	40.00	558.00
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 250 mm	m	9.59	40.00	383.60
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 200 mm - 250 mm	m	11.73	40.00	469.20
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	13513.31

Tabla 10 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método sin zanja para una profundidad de 2,01m a 2,50m y con un diámetro DN 250mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO SIN ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrados	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	6.00	508.32
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 200 mm - 250 mm de 2,01 m a 2,50 m prof.	m	11.31	6.00	67.86
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 200 mm - 250 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	6.43	6.00	38.58
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 200 mm - 250 mm para toda profund.	m	1.69	6.00	10.14
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 200 mm - 250 mm t. normal en zona aledaña	m	4.38	6.00	26.28
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 200 mm - 250 mm por reemplazar	m	7.88	6.00	47.28
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.05	2.63
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 200 mm - 250 mm de 2,01 m a 2,50 m prof. a rehabilitar	m	31.81	6.00	190.86
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 250 mm (incl. desperd.)	m	64.14	40.00	2565.60
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Limpieza hidráulica de colectores con equipo a presión (Hidrojet)	m	19.70	40.00	788.00
Inspección de C.C.T.V.	m	8.18	40.00	327.20
Instalación de tubería sin zanja DN 250 mm para desagüe	m	105.50	40.00	4220.00
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 250 mm	m	9.59	40.00	383.60
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 200mm - 250 mm	m	11.73	40.00	469.20
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	9668.01

Tabla 11 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método con zanja para una profundidad de 2,51m a 3,00m y con un diámetro DN 250mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO CON ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrado	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	40.00	3388.80
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 200 mm - 250 mm de 2,51 m a 3,00 m prof.	m	13.02	40.00	520.80
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 200 mm - 250 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	6.43	40.00	257.20
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 200 mm - 250 mm para toda profund.	m	1.69	40.00	67.60
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 200 mm - 250 mm t. normal en zona aldeaña	m	4.38	40.00	175.20
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 200 mm - 250 mm por reemplazar	m	7.88	40.00	315.20
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.35	17.65
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 200 mm - 250 mm de 2,51 m a 3,00 m prof. a rehabilitar	m	34.81	40.00	1392.40
PRUEBAS				
Pruebas de compactación de suelos (Proctor modificado y de control de compactación - densidad de campo)	m	72.14	40.00	2885.60
ENTIBADO DE ZANJAS				
Entibado de madera para línea hasta 3.50 m de prof.	m	101.78	40.00	4071.20
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 250 mm (incl. desperd.)	m	64.14	40.00	2565.60
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Instalación tub. polietileno p/desagüe DN 250 mm incluye prueba hidráulica a zanja abierta	m	13.95	40.00	558.00
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 250 mm	m	9.59	40.00	383.60
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 200 mm - 250 mm	m	11.73	40.00	469.20
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	13701.71

Tabla 12 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método sin zanja para una profundidad de 2,51m a 3,00m y con un diámetro DN 250mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO SIN ZANJA)				
Actividad	unidad	P. Unitario	metrados	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	6.00	508.32
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 200 mm - 250 mm de 2,51 m a 3,00 m prof.	m	13.02	6.00	78.12
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 200 mm - 250 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	6.43	6.00	38.58
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 200 mm - 250 mm para toda profund.	m	1.69	6.00	10.14
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 200 mm - 250 mm t. normal en zona aladaña	m	4.38	6.00	26.28
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 200 mm - 250 mm por reemplazar	m	7.88	6.00	47.28
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.05	2.63
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 200 mm - 250 mm de 2,51 m a 3,00 m prof. a rehabilitar	m	34.81	6.00	208.86
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 250 mm (incl. desperd.)	m	64.14	40.00	2565.60
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Limpieza hidráulica de colectores con equipo a presión (Hidrojet)	m	19.70	40.00	788.00
Inspección de C.C.T.V.	m	8.18	40.00	327.20
Instalación de tubería sin zanja DN 250 mm para desagüe	m	105.50	40.00	4220.00
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 250 mm	m	9.59	40.00	383.60
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 200mm - 250 mm	m	11.73	40.00	469.20
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	9696.27

Tabla 13 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método con zanja para una profundidad de 3,01m a 3,50m y con un diámetro DN 250mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO CON ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrado	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	40.00	3388.80
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 200 mm - 250 mm de 3,01 m a 3,50 m prof.	m	14.46	40.00	578.40
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 200 mm - 250 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	6.43	40.00	257.20
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 200 mm - 250 mm para toda profund.	m	1.69	40.00	67.60
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 200 mm - 250 mm t. normal en zona aledaña	m	4.38	40.00	175.20
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 200 mm - 250 mm por reemplazar	m	7.88	40.00	315.20
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.35	17.65
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 200 mm - 250 mm de 3,01 m a 3,50 m prof. a rehabilitar	m	37.27	40.00	1490.80
PRUEBAS				
Pruebas de compactación de suelos (Proctor modificado y de control de compactación - densidad de campo)	m	72.14	40.00	2885.60
ENTIBADO DE ZANJAS				
Entibado de madera para línea hasta 3.50 m de prof.	m	101.78	40.00	4071.20
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 250 mm (incl. desperd.)	m	64.14	40.00	2565.60
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Instalación tub. polietileno p/desagüe DN 250 mm incluye prueba hidráulica a zanja abierta	m	13.95	40.00	558.00
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 250 mm	m	9.59	40.00	383.60
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 200 mm - 250 mm	m	11.73	40.00	469.20
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	13857.71

Tabla 14 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método sin zanja para una profundidad de 3,01m a 3,50m y con un diámetro DN 250mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO SIN ZANJA)				
Actividad	unidad	P. Unitario	metrados	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	6.00	508.32
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 200 mm - 250 mm de 3,01 m a 3,50 m prof.	m	14.46	6.00	86.76
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 200 mm - 250 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	6.43	6.00	38.58
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 200 mm - 250 mm para toda profund.	m	1.69	6.00	10.14
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 200 mm - 250 mm t. normal en zona aledaña	m	4.38	6.00	26.28
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 200 mm - 250 mm por reemplazar	m	7.88	6.00	47.28
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.05	2.63
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 200 mm - 250 mm de 3,01 m a 3,50 m prof. a rehabilitar	m	37.27	6.00	223.62
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 250 mm (incl. desperd.)	m	64.14	40.00	2565.60
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Limpieza hidráulica de colectores con equipo a presión (Hidrojet)	m	19.70	40.00	788.00
Inspección de C.C.T.V.	m	8.18	40.00	327.20
Instalación de tubería sin zanja DN 250 mm para desagüe	m	105.50	40.00	4220.00
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 250 mm	m	9.59	40.00	383.60
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 200mm - 250 mm	m	11.73	40.00	469.20
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	9719.67

Tabla 15 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método con zanja para una profundidad de 2,01m a 2,50m y con un diámetro DN 315mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO CON ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrado	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	40.00	3388.80
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 315 mm - 355 mm de 2,01 m a 2,50 m prof.	m	11.04	40.00	441.60
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 315 mm - 355 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	11.10	40.00	444.00
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 315 mm - 355 mm para toda profund.	m	2.05	40.00	82.00
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 315 mm - 355 mm t. normal en zona aledaña	m	4.52	40.00	180.80
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 315 mm - 355 mm por reemplazar	m	13.25	40.00	530.00
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.57	28.57
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 315 mm - 355 mm de 2,01 m a 2,50 m prof. a rehabilitar	m	37.57	40.00	1502.80
PRUEBAS				
Pruebas de compactación de suelos (Proctor modificado y de control de compactación - densidad de campo)	m	72.14	1.00	72.14
ENTIBADO DE ZANJAS				
Entibado de madera para línea hasta 3.50 m de prof.	m	101.78	40.00	4071.20
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 315 mm (incl. desperd.)	m	100.11	40.00	4004.40
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Instalación tub. polietileno p/agua por. DN 315 mm (DNE 315) incluye prueba hidráulica	m	15.84	40.00	633.60
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 315mm	m	9.87	40.00	394.80
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 315 mm - 355 mm	m	11.12	40.00	444.80
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	12853.17

Tabla 16 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método sin zanja para una profundidad de 2,01m a 2,50m y con un diámetro DN 315mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO SIN ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrados	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	6.00	508.32
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 315 mm - 355 mm de 2,01 m a 2,50 m prof.	m	11.04	6.00	66.24
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 315 mm - 355 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	11.10	6.00	66.60
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 315 mm - 355 mm para toda profund.	m	2.05	6.00	12.30
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 315 mm - 355 mm t. normal en zona alledaña	m	4.52	6.00	27.12
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 315 mm - 355 mm por reemplazar	m	13.25	6.00	79.50
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.09	4.30
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 315 mm - 355 mm de 2,01 m a 2,50 m prof. a rehabilitar	m	37.57	6.00	225.42
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 315 mm (incl. desperd.)	m	100.11	40.00	4004.40
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Limpieza hidráulica de colectores con equipo a presión (Hidrojet)	m	19.70	40.00	788.00
Inspección de C.C.T.V.	m	8.18	40.00	327.20
Instalación de tubería sin zanja DN 315 mm para desagüe	m	119.40	40.00	4776.00
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 315 mm	m	9.87	40.00	394.80
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 315mm - 355 mm	m	11.12	40.00	444.80
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	11747.46

Tabla 17 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método con zanja para una profundidad de 2,51m a 3,00m y con un diámetro DN 315mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO CON ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrado	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	40.00	3388.80
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 315 mm - 355 mm de 2,51 m a 3,00 m prof.	m	17.36	40.00	694.40
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 315 mm - 355 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	11.10	40.00	444.00
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 315 mm - 355 mm para toda profund.	m	2.05	40.00	82.00
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 315 mm - 355 mm t. normal en zona aledaña	m	4.52	40.00	180.80
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 315 mm - 355 mm por reemplazar	m	13.25	40.00	530.00
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.57	28.57
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 315 mm - 355 mm de 2,51 m a 3,00 m prof. a rehabilitar	m	41.17	40.00	1646.80
PRUEBAS				
Pruebas de compactación de suelos (Proctor modificado y de control de compactación - densidad de campo)	m	72.14	1.00	72.14
ENTIBADO DE ZANJAS				
Entibado de madera para línea hasta 3.50 m de prof.	m	101.78	40.00	4071.20
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 315 mm (incl. desperd.)	m	100.11	40.00	4004.40
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Instalación tub. polietileno p/agua pot. DN 315 mm (DNE 315) incluye prueba hidráulica	m	15.84	40.00	633.60
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 315 mm	m	9.87	40.00	394.80
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 315 mm - 355 mm	m	11.12	40.00	444.80
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	13249.97

Tabla 18 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método sin zanja para una profundidad de 2,51m a 3,00m y con un diámetro DN 315mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO SIN ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrados	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	6.00	508.32
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 315 mm - 355 mm de 2,51 m a 3,00 m prof.	m	17.36	6.00	104.16
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 315 mm - 355 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	11.10	6.00	66.60
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 315 mm - 355 mm para toda profund.	m	2.05	6.00	12.30
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 315 mm - 355 mm t. normal en zona aledaña	m	4.52	6.00	27.12
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 315 mm - 355 mm por reemplazar	m	13.25	6.00	79.50
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.09	4.30
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 315 mm - 355 mm de 2,51 m a 3,00 m prof. a rehabilitar	m	41.17	6.00	247.02
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 2 NTP ISO 8772:2009 DN 315 mm (incl. desperd.)	m	100.11	40.00	4004.40
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Limpieza hidráulica de colectores con equipo a presión (Hidrojet)	m	19.70	40.00	788.00
Inspección de C.C.T.V.	m	8.18	40.00	327.20
Instalación de tubería sin zanja DN 315 mm para desagüe	m	119.40	40.00	4776.00
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 315 mm	m	9.87	40.00	394.80
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 315mm - 355 mm	m	11.12	40.00	444.80
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	11806.98

Tabla 19 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método con zanja para una profundidad de 3,00m a 3,51m y con un diámetro DN 355mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO CON ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrado	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	40.00	3388.80
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 315 mm - 355 mm de 3,01 m a 3,50 m prof.	m	16.69	40.00	667.60
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 315 mm - 355 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	11.10	40.00	444.00
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 315 mm - 355 mm para toda profund.	m	2.05	40.00	82.00
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 315 mm - 355 mm t. normal en zona aledaña	m	4.52	40.00	180.80
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 315 mm - 355 mm por reemplazar	m	13.25	40.00	530.00
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.64	32.42
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 315 mm - 355 mm de 3,01 m a 3,50 m prof. a rehabilitar	m	44.05	40.00	1762.00
PRUEBAS				
Pruebas de compactación de suelos (Proctor modificado y de control de compactación - densidad de campo)	m	72.14	1.00	72.14
ENTIBADO DE ZANJAS				
Entibado de madera para línea hasta 3.50 m de prof.	m	101.78	40.00	4071.20
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 4 NTP ISO 8772:2009DN 355 mm (incl. desperd.)	m	146.60	40.00	5864.00
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Instalación tub. polietileno p/desagüe DN 355 mm incluye prueba hidráulica a zanja abierta	m	17.62	40.00	704.80
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 355 mm	m	10.56	40.00	422.40
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 315 mm - 355 mm	m	11.12	40.00	444.80
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	15300.62

Tabla 20 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método sin zanja para una profundidad de 3,00m a 3,51m y con un diámetro DN 355mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO SIN ZANJA)				
Actividad	unidad	P. Unitario	metrados	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	6.00	508.32
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 315 mm - 355 mm de 3,01 m a 3,50 m prof.	m	16.69	6.00	100.14
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 315 mm - 355 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	11.10	6.00	66.60
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 315 mm - 355 mm para toda profund.	m	2.05	6.00	12.30
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 315 mm - 355 mm t. normal en zona aledaña	m	4.52	6.00	27.12
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 315 mm - 355 mm por reemplazar	m	13.25	6.00	79.50
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.10	4.85
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 315 mm - 355 mm de 3,01 m a 3,50 m prof. a rehabilitar	m	44.05	6.00	264.30
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 4 NTP ISO 8772:2009 DN 355 mm (incl. desperd.)	m	146.60	40.00	5864.00
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Limpieza hidráulica de colectores con equipo a presión (Hidrojet)	m	19.70	40.00	788.00
Inspección de C.C.T.V.	m	8.18	40.00	327.20
Instalación de tubería sin zanja DN 355 mm para desagüe	m	153.70	40.00	6148.00
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 355 mm	m	10.56	40.00	422.40
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 315mm - 355 mm	m	11.12	40.00	444.80
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	15079.99

Tabla 21 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método con zanja para una profundidad de 3,51m a 4,00m y con un diámetro DN 355mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO CON ZANJA)				
Actividad	Unidad	P. Unitario	Metrado	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	40.00	3388.80
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 315 mm - 355 mm de 3,51 m a 4,00 m prof.	m	26.74	40.00	1069.60
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 315 mm - 355 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	11.10	40.00	444.00
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 315 mm - 355 mm para toda profund.	m	2.05	40.00	82.00
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 315 mm - 355 mm t. normal en zona aledaña	m	4.52	40.00	180.80
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 315 mm - 355 mm por reemplazar	m	13.25	40.00	530.00
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.64	32.42
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 315 mm - 355 mm de 3,51 m a 4,00 m prof. a rehabilitar	m	48.36	40.00	1934.40
PRUEBAS				
Pruebas de compactación de suelos (Proctor modificado y de control de compactación - densidad de campo)	m	72.14	1.00	72.14
ENTIBADO DE ZANJAS				
Entibado de madera para línea hasta 4.00 m de prof.	m	116.32	40.00	4652.80
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 4 NTP ISO 8772:2009DN 355 mm (incl. desperd.)	m	146.60	40.00	5864.00
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Instalación tub. polietileno p/desagüe DN 355 mm incluye prueba hidráulica a zanja abierta	m	17.62	40.00	704.80
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 355 mm	m	10.56	40.00	422.40
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 315 mm - 355 mm	m	11.12	40.00	444.80
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	16456.62

Tabla 22 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el metodo sin zanja para una profundidad de 3,51m a 4,00m y con un diámetro DN 355mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO SIN ZANJA)				
Actividad	unidad	P. Unitario	metrados	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	6.00	508.32
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 315 mm - 355 mm de 3,51 m a 4,00 m prof.	m	26.74	6.00	160.44
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 315 mm - 355 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	11.10	6.00	66.60
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 315 mm - 355 mm para toda profund.	m	2.05	6.00	12.30
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 315 mm - 355 mm t. normal en zona aledaña	m	4.52	6.00	27.12
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 315 mm - 355 mm por reemplazar	m	13.25	6.00	79.50
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.10	4.85
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 315 mm - 355 mm de 3,51 m a 4,00 m prof. a rehabilitar	m	48.36	6.00	290.16
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 4 NTP ISO 8772:2009 DN 355 mm (incl. desperd.)	m	146.60	40.00	5864.00
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Limpieza hidráulica de colectores con equipo a presión (Hidrojet)	m	19.70	40.00	788.00
Inspección de C.C.T.V.	m	8.18	40.00	327.20
Instalación de tubería sin zanja DN 355 mm para desagüe	m	153.70	40.00	6148.00
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 355 mm	m	10.56	40.00	422.40
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 315mm - 355 mm	m	11.12	40.00	444.80
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	15166.15

Tabla 23 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método con zanja para una profundidad de 4,00m a 5,00m y con un diámetro DN 355mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO CON ZANJA)				
Actividad	unidad	P. Unitario	metrado	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	40.00	3388.80
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 315 mm - 355 mm de 4,01 m a 5,00 m prof.	m	37.27	40.00	1490.80
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 315 mm - 355 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	11.10	40.00	444.00
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 315 mm - 355 mm para toda profund.	m	2.05	40.00	82.00
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 315 mm - 355 mm t. normal en zona aledaña	m	4.52	40.00	180.80
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 315 mm - 355 mm por reemplazar	m	13.25	40.00	530.00
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.64	32.42
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 315 mm - 355 mm de 4,01 m a 5,00 m prof. a rehabilitar	m	65.40	40.00	2616.00
PRUEBAS				
Pruebas de compactación de suelos (Proctor modificado y de control de compactación - densidad de campo)	m	72.14	1.00	72.14
ENTIBADO DE ZANJAS				
Entibado de madera para línea hasta 5.00 m de prof.	m	145.40	40.00	5816.00
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 4 NTP ISO 8772:2009DN 355 mm (incl. desperd.)	m	146.60	40.00	5864.00
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Instalación tub. polietileno p/desagüe DN 355 mm incluye prueba hidráulica a zanja abierta	m	17.62	40.00	704.80
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 355 mm	m	10.56	40.00	422.40
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 315 mm - 355 mm	m	11.12	40.00	444.80
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	18722.62

Tabla 24 Asignación de valorización de rehabilitación de tubería por el método sin zanja para una profundidad de 4,00m a 5,00m y con un diámetro DN 355mm.

REHABILITACIÓN DE RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO (ACTUACIÓN METODO SIN ZANJA)				
Actividad	unidad	P. Unitario	metrados	Parcial
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS				
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminación desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	84.72	6.00	508.32
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 315 mm - 355 mm de 4,01 m a 5,00 m prof.	m	37.27	6.00	223.62
Elimin. desmonte(carg+v) t-normal D=20km p/tub. DN 315 mm - 355 mm para toda prof. (Incluye pago por disposición final en centro autorizado)	m	11.10	6.00	66.60
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 315 mm - 355 mm para toda profund.	m	2.05	6.00	12.30
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub. DN 315 mm - 355 mm t. normal en zona aledaña	m	4.52	6.00	27.12
Desmontaje y retiro de tubería de CSN DN 315 mm - 355 mm por reemplazar	m	13.25	6.00	79.50
Eliminación y depósito de tubería de concreto de desagüe retirada en centro de acopio autorizado	m3	50.57	0.10	4.85
Relleno comp. zanja (máq) p/tub. t-normal DN 315 mm - 355 mm de 4,01 m a 5,00 m prof. a rehabilitar	m	65.40	6.00	392.40
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Suministro tubería PEAD CLASE SN 4 NTP ISO 8772:2009 DN 355 mm (incl. desperd.)	m	146.60	40.00	5864.00
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
Limpieza hidráulica de colectores con equipo a presión (Hidrojet)	m	19.70	40.00	788.00
Inspección de C.C.T.V.	m	8.18	40.00	327.20
Instalación de tubería sin zanja DN 355 mm para desagüe	m	153.70	40.00	6148.00
Prueba hidráulica de tubería PEAD para desagüe DN 355 mm	m	10.56	40.00	422.40
CONEXIONES PROVISIONALES DE ALCANTARILLADO				
Desvío de aguas servidas incl. bombeo y alquiler de tubo p/mantenim. servicio DN 315mm - 355 mm	m	11.12	40.00	444.80
Sellado temporal de tubería en buzón	und	22.46	1.00	22.46
			Total	15331.57

Tabla 25 Resumen de asignación de valorización de ambos métodos, tiempo de ejecución y movimiento de tierras.

Tipo de Método	Diámetro (mm)	Profundidad (m)		Costo (. /S)	
		De	Hasta		
Método con zanja	200	1.00	1.50	9870.11	
		1.51	2.00	12334.91	
	250	2.01	2.50	13513.31	
		2.51	3.00	13701.71	
		3.01	3.50	13857.71	
	315	2.01	2.50	12853.17	
		2.51	3.00	13249.97	
	355	3.01	3.50	15300.62	
		3.51	4.00	16456.62	
		4.01	5.00	18722.62	
	Método sin zanja	200	1.00	1.50	7482.99
			1.51	2.00	7503.75
250		2.01	2.50	9668.01	
		2.51	3.00	9696.27	
		3.01	3.50	9719.67	
315		2.01	2.50	11747.46	
		2.51	3.00	11806.98	
355		3.01	3.50	15079.99	
		3.51	4.00	15166.15	
		4.01	5.00	15331.57	

Nota: Cuadro de resumen de costo para los tipos de métodos para rehabilitación de tubería de alcantarillado.

Se puede verificar que por el método sin zanja o *pipe bursting* para rehabilitación de tuberías de alcantarillado tiende a ser más económico tanto en diámetros de 200mm como en 355mm.

4.2. Resultados del indicador tiempo y producción

Para la obtención de datos del tiempo en el cual se ejecuto la rehabilitación de tuberías de alcantarillado por ambos métodos se consideraron los protocolos de gestión de control de calidad. La rehabilitación varía según las interferencias, tipo de tubería, profundidad, tipo de método de rehabilitación, personal capacitado y tipo de terreno. La Tabla 26 muestra el tiempo de ejecución de rehabilitación promedio de las tuberías según el tipo de método de rehabilitación.

Tabla 26 Control de tiempo ejecutado para rehabilitación de tuberías de alcantarillado.

Tipo de Método	Diámetro (mm)	Profundidad (m)		Tiempo (días)	
		De	Hasta		
Método con zanja	200	1.00	1.50	4	
		1.51	2.00	4	
	250	2.01	2.50	4	
		2.51	3.00	4	
		3.01	3.50	4	
	315	2.01	2.50	5	
		2.51	3.00	5	
		355	3.01	3.50	5
			3.51	4.00	5
			4.01	5.00	5
	Método sin zanja	200	1.00	1.50	2
1.51			2.00	2	
250		2.01	2.50	2	
		2.51	3.00	2	
		3.01	3.50	2	
315		2.01	2.50	3	
		2.51	3.00	3	
355		3.01	3.50	3	
		3.51	4.00	3	
		4.01	5.00	3	

Se puede verificar que por el método sin zanja o *pipe bursting* para rehabilitación de tuberías de alcantarillado tiende a ser más eficiente con el tiempo que por el método con zanja. Esto tiende a ser más productivo para el proyecto ya que permite un mayor avance en corto tiempo

4.3. Resultados del indicador de parámetros ambientales

Para la obtención de datos de los parámetros ambientales, se considera en este caso la actividad de movimiento de tierras (contaminación del aire), tiempo de exposición al ruido por las maquinarias (contaminación sonora), la instalación de tubería de alcantarillado en desvío de aguas servidas (contaminación del suelo). Algunas actividades que se han ejecutado resultan perjudiciales al medio ambiente por su contaminación y esto afecta a los trabajadores y a la población de alrededor. La tabla 27 muestra el tiempo de ejecución de rehabilitación promedio de las tuberías según el tipo de método de rehabilitación.

Tabla 27 Indicador de parametros ambientales respecto al movimiento de tierras.

Tipo de Método	Diámetro (mm)	Profundidad (m)		Tiempo (días)	Movimiento de tierras (m ³)
		De	Hasta		
Método con zanja	200	1.00	1.50	4	40
		1.51	2.00	4	60.4
	250	2.01	2.50	4	80.4
		2.51	3.00	4	100.4
		3.01	3.50	4	120.4
	315	2.01	2.50	5	80.4
		2.51	3.00	5	100.4
		3.01	3.50	5	120.4
	355	3.01	3.50	5	120.4
3.51		4.00	5	140.4	
4.01		5.00	5	160.4	
Método sin zanja	200	1.00	1.50	2	6
		1.51	2.00	2	9.06
	250	2.01	2.50	2	12.06
		2.51	3.00	2	15.06
		3.01	3.50	2	18.06
	315	2.01	2.50	3	12.06
		2.51	3.00	3	15.06
	355	3.01	3.50	3	18.06
		3.51	4.00	3	21.06
4.01		5.00	3	24.06	

Se puede verificar que por el método sin zanja o pipe bursting para rehabilitación de tuberías de alcantarillado hubo menos movimiento de tierras haciendo que este a su vez minimice la contaminación del aire. Por otra parte se considera el tiempo para ambos métodos a la exposición de ruidos de los trabajadores y los pobladores colindantes al área de trabajo, en donde se tiene que por el método sin zanja hay menor contaminación sonora debido a que hay menos tiempo de actividad a la hora de hacer la rehabilitación de tubería de alcantarillado. Además de ello se tiene que existe la posibilidad de la contaminación del suelo a la hora de hacer eliminación de movimiento de tierras, cuando las aguas servidas entran en contacto con el terreno a trabajar.

Tabla 28 Diferencia de los indicadores costos, tiempo y movimiento de tierras.

Diámetro (mm)	Profundidad (m)		Diferencia de costos (%)	Diferencia de tiempo (%)	Diferencia en Mov. De Tierra (%)
	De	Hasta			
200	1.00	1.50	24	50	85
	1.51	2.00	39	50	85
250	2.01	2.50	28	50	85
	2.51	3.00	29	50	85
	3.01	3.50	30	50	85
315	2.01	2.50	9	40	85
	2.51	3.00	11	40	85
355	3.01	3.50	1	40	85
	3.51	4.00	8	40	85
	4.01	5.00	18	40	85

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó la diferencia que existe en la implementación del método con zanja y el método sin zanja, respecto a sus indicadores de gestión para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado en el sector 350 que abarca los distritos de Comas y Carabayllo.
- Se determinó la diferencia que hay en la implementación del método convencional y el método pipe bursting, respecto al indicador de costos para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado en el sector 350 que abarca los distritos de Comas y Carabayllo. El indicador de evaluación de costos para la rehabilitación de tubería de alcantarillado muestra que existe un ahorro al utilizar el método pipe bursting en comparación con el método convencional. Se analizó los casos de tuberías de 200mm, 250mm, 315mm y 355mm y se determinó un ahorro en costos de hasta 39%, 30%, 11% y 18%, respectivamente.
- Se determinó la diferencia que hay en la implementación del método convencional y el método pipe bursting, respecto al indicador de tiempo y productividad para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado en el sector 350 que abarca los distritos de Comas y Carabayllo. El indicador de evaluación de tiempo y producción para la rehabilitación de tubería de alcantarillado muestra un ahorro entre 40% hasta 50% cuando se ejecuta el método *pipe bursting* en comparación con el método convencional.
- Se determinó la diferencia que hay en la implementación del método convencional y el método *pipe bursting*, respecto al indicador de tiempo y productividad para la rehabilitación de tuberías de alcantarillado en el sector 350 que abarca los distritos de Comas y Carabayllo. El indicador de parámetros ambientales de movimiento de tierras, relacionado al impacto ambiental, para la rehabilitación de tubería de alcantarillado, muestra un ahorro del 85% cuando se ejecuta el método *pipe bursting* en comparación con el método convencional. El

parámetro ambiental de movimiento de tierras contempló el escenario de menor contaminación del aire debido al menor el volumen de tierra que se remueve. Asimismo, el parámetro ambiental de tiempo, muestra que existe menor contaminación sonora en el caso del método de *pipe bursting*, debido a que la duración en la ejecución del proyecto es más reducido.

5.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda, promover el uso del método sin zanja o *pipe bursting* para que en un futuro esta pueda ser usado para rehabilitación o instalación de tuberías y que el precio de esta tecnología siga siendo más económica.
- Se recomienda, capacitar constantemente al personal asignado para un adecuado manejo de equipos y herramientas ya que la tecnología avanza constantemente.
- Se recomienda, hacer uso del método sin zanja o *pipe bursting* para ejecutar las actividades de rehabilitación de tuberías en el menor tiempo posible.
- Se recomienda, hacer mitigaciones con regadío de agua con camiones cisternas más seguido en el área de trabajo para reducir la contaminación del aire.
- Se recomienda, realizar los trabajos con los EPPS adecuados, especialmente los auditivos para reducir la contaminación sonora.
- Se recomienda, el uso de equipo de desvío de aguas servidas para evitar lo menos posible la contaminación del suelo en donde se rehabilitará la tubería de alcantarillado.

REFERENCIAS

- Andrade Filho, J., Bezerra do Nascimento, I., de Souza Neto, O. N., da Silva Dias, N., Chipana Rivera, R., Cruz Portela, J., & Dunga da Costa, J. (2017). Contenido foliar de N, P y K en algodón fertilizado con efluente de alcantarillado tratado. *DYNA*, 147-154.
- Assunta B., M., Souza G., L., Paz Arruda Teo, C. R., & Pozzagnol, M. (2016). Condiciones socioeconómicas e higiénico-sanitarias como dimensiones de la seguridad alimentaria y nutricional. *Chil Nutr*, 62-67.
- Barrantes Barrantes, E. A., & Cartín Nuñez, M. (2017). Eficacia del tratamiento de aguas residuales de la Universidad de Costa Rica en la Sede de Occidente, San Ramón, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, 193-197.
- Chassoul Acosta, M. J., & Rodríguez Arias, C. (2018). Contaminación y disminución del embalse El Laguito, Costa Rica, por aguas urbanas: encuesta y propiedades físico-químicas. *Cuadernos de Investigación UNED*, 409-415.
- Chaves Pabón, S. B., CárdenasMoreno, D., Avilez Romero, C., & Barajas Bernal, J. (2018). *Estudio comparativo técnico y económico del sistema de perforación horizontal ramming y el sistema convencional, estudio de caso*. Bogotá, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Cubides, E. D., & Santos, G. E. (2018). Control de escorrentías urbanas mediante Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUD): Pozos/Zanjas de infiltración. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 32-42.
- Espinoza Gutiérrez, G., Mareike Evers, P., Otterpohl, R., Paredes Limas, J. C., Zambrano Cárdenas, R. M., & González Torres, L. (2014). Evaluación de las infiltraciones al sistema de drenaje mediante análisis comparativo de la concentración de contaminantes en agua residual. Caso de estudio en Tepic, México. *Revista Internacional Contaminantes Ambientales*, 89-98.
- Fernandez Domingo, E. (2014). *Estudio sobre la génesis y la realización de una estructura urbana: La construcción de la red de alcantarillado de Santiago de Chile (1887-1910)*. Francia: Departamento de Estudios Hispánicos e Hispanoamericanos.
- Fernandez Niño, J. A., Luna Orozco, K., Navarra Lechuga, E., Floréz García, V., Acosta Reyes, J., Solano, A., . . . Goenaga, E. (2018). Necesidades percibidas de salud por los migrantes desde Venezuela en el asentamiento de Villa Caracas - Barranquilla, 2018: reporte de caso en salud pública. *Revista de la Universidad Industrial de Santander*, 269-276.
- Gaviria, L. M., Soscue, D., Campo Polanco, L. F., Cardona Arias, J., & Galván Díaz, A. L. (2017). Prevalencia de parasitosis intestinal, anemia y desnutrición en niños de un resguardo indígena Nasa, Cauca, Colombia, 2015. *Fac. Nac. Salud Pública*, 390-399.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2019). *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico - Nro 07*. Lima: INEI.
- Mora Alvarado, D. A., & Portuguez Barquero, C. F. (2016). Cobertura de la disposición de excretas en Costa Rica en el periodo 2000-2014 y expectativas para el 2021. *Tecnología en Marcha*, 43-62.
- Navarro Chaparro, K., Rivera, P., & Sanchez, R. (2016). Análisis del manejo de agua en la ciudad de Tijuana, Baja California: Factores críticos y retos. *Estudios Fronterizos*, 53-82.

- Nuñez Rivadeneira, J., Ullauri, A., & Barzola Montes, J. (2018). Diagnóstico, Modelación y Determinación de la Capacidad Hidráulica de sistemas de Alcantarillado. *Revista Ciencia y Educación*, 88-101.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (12 de julio de 2017). 2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro. GINEBRA, SUIZA.
- Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). (2017). *Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene - Informe de actualización de 2017 y línea de base de los ODS*. Ginebra: Anna Grojec.
- Recalde Castañeda, G. (2016). Acceso equitativo a servicios de agua potable y alcantarillado: una oportunidad para el activismo judicial y social a nivel local. *REVISTA DE DERECHO*, 257-291.
- Rodríguez Miranda, J. P., García Ubaque, C. A., & García Ubaque, J. C. (2016). Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *Revista Salud Pública*, 738-745.
- Salazar Adams, A., & Lutz Ley, A. (2015). Factores asociados al desempeño en organismos operadores de agua potable en México. *Región y Sociedad*, 6-26.
- SEDAPAL, L. (s.f.). *TECNOLOGIA SIN ZANJA - PIPE BURSTING DINÁMICO*. Lima.
- Tudela Mamani, J. W., Leos Rodríguez, J. A., & Zavala Pineda, M. J. (2018). Estimación de beneficios económicos por mejoras en los servicios de saneamiento básico mediante valoración contingente. *Agrociencia*, 467-481.
- Vicente Reyes, J. (2016). Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales. *Enfoque UTE*, 41-56.

ANEXOS

ANEXO 1

Reposición de carpeta asfáltica en caliente

Después de haber hecho la liberación de las áreas a asfaltar, se procede a hacer la limpieza para reposición de carpeta asfáltica (ver figura 50). Una vez hecha la limpieza, se procede a dejar el material granular para reposición de asfalto y se toma la temperatura, lo cual esta debe ser superior a los 110°C (ver figura 51) para realizar el asfalto en caliente. Después, se seguirá con la aplicación de imprimación asfáltica sobre el área a asfaltar (ver figura 52). Posteriormente se vaciara el material granular sobre el área a reponer (ver figura 53), una vez culminado con el vaciado se nivelara con el rodillo compactador (ver figura 54). Finalmente se hecha arena fina sobre el área asfaltada para sellar las juntas y se culmina con la reposición de asfaltado en caliente (ver figura 55).



Figura 51 Limpieza de terreno para reposición de asfalto



Figura 52 Control de temperatura del material granular de asfalto.



Figura 53 Imprimación asfáltica



Figura 54 Vaciado de material granular de asfalto sobre el área a reponer.



Figura 55 Compactación con rodillo vibratorio sobre material granular.



Figura 56 Sellado de juntas con arena fina y limpieza.

ANEXO 3

Instalación de equipo de *pipe bursting* o fragmentación

Una vez hecha la excavación para las ventanas de fragmentación, se procede con la instalación de entibados ya sea metálico o de madera según lo demande el terreno (ver figura 60). Después se instalará la máquina de fragmentación al interior de la excavación (ver figura 61), se proseguirá con la instalación del cabezal fragmentador (ver figura 62), que servirá para romper la tuberías antigua e instalar la nueva. A esto se le hará la termofusión (ver figura 63) para llegar al otro lado de la ventana de fragmentación para la rehabilitación de tubería de alcantarillado (ver figura 64). Finalmente se instalará la tubería fragmentada con el buzón (ver figura 65).



Figura 61 Instalación de entibado metálico.



Figura 62 Instalación de máquina de fragmentación.



Figura 63 Cabezal fragmentador del equipo de fragmentación.



Figura 64 Termofusión de cabezal fragmentador a la tubería HDPE.



Figura 65 Salida de tubería de alcantarillado hacia la otra ventana de fragmentación.



Figura 66 Tubería adosada al buzón.

ANEXO 4

Termofusión de tuberías HDPE

Para poder realizar el procedimiento de la termofusión es necesario un operador con su máquina de termofusión (ver figura 66). A ello se le alinea la tubería de HDPE a hacerle la termofusión, pero antes de empezar se hace el corte del material innecesario para unir las tuberías de HDPE. para alinear la tubería. (ver figura 68). Una vez cortada y alineado, se lleva a cabo la termofusión por un tiempo estimado (ver figura 69). Para finalizar se verifica que la junta de la tubería HDPE sea simétrica (ver figura 70).



Figura 67 Equipo de termofusión



Figura 68 Alineamiento de tuberías HDPE para termofusión.



Figura 69 Corte de tuberías para
alineación.

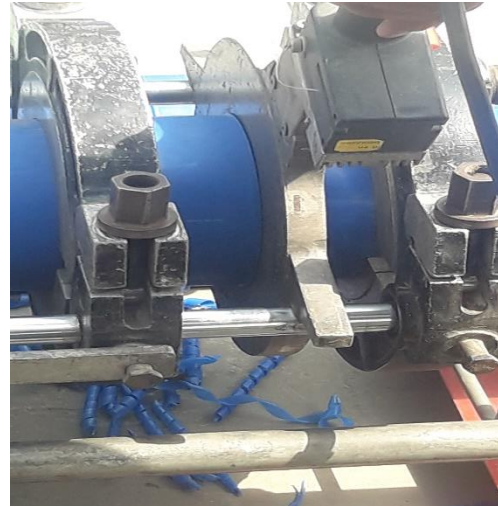


Figura 70 Termofusión de tuberías HDPE.



Figura 71 Junta de la tubería de HDPE,
efecto de la termofusión.

ANEXO 5.

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJOS

5.1. Soldadura por termofusión de tubería y accesorios de HDPE

Este procedimiento es aplicable a los procesos relativos a la inspección de la Soldadura por Termofusión de Tuberías y Accesorios de HDPE y que comprende desde la revisión de las especificaciones técnicas y los planos aprobados para construcción, la recepción de materiales hasta la fabricación de juntas soldadas de tuberías de HDPE y sus correspondientes pruebas de inspección solicitadas durante proyecto.

Procedimiento de Soldadura.

Se resumen en las siguientes etapas:

- a) Preparar la máquina. En caso necesario, por lluvia, frío o viento se deberá montar una caseta o similar.
- b) Limpiar los extremos de las tuberías a Soldar.
- c) Colocar y alinear en la máquina los tubos. Refrentar las superficies a soldar, retirar la viruta sin tocar las superficies a unir.
- d) Controlar el paralelismo, confrontando los extremos de los tubos a soldar. La desalineación máxima no debe superar al 10% del espesor del tubo.
- e) Limpiar las caras de la placa calefactora y comprobar con un termómetro de contacto que la temperatura de la placa este a $210^{\circ} \text{C} \pm 10^{\circ} \text{C}$ o según los parámetros de equipos automáticos CNC.
- f) Poner la placa calefactora entre los tubos a soldar y presionar los extremos de los tubos a la placa.
- g) Retirar la placa y unir los extremos de los tubos. Aumentar progresivamente la presión (rampa de presión) desde cero a la presión requerida.

- h) Dejar enfriar la soldadura en esta posición. Pasado el tiempo de enfriamiento, aflojar las abrazaderas y retirar la máquina.

Verificación Durante las Operaciones de Refrendado.

- a) Verificar la perpendicularidad del plano formado por la cara del tubo y el eje de la tubería.
- b) Se debe unir los dos extremos de la tubería a ser soldadas y verificar las posibles aberturas, en caso de existir se deberá repetir la operación de refrendado hasta eliminarlas.
- c) Las superficies de ambas caras de la tubería deben quedar lisas.
- d) Se deben evitar que queden residuos de virutas en las superficies de las caras de los tubos.

Verificación Durante la Unión por termofusión.

- a) Durante el proceso de termofusión, el operador de soldadura debe controlar y verificar que los parámetros estén conformes a lo descrito en las Especificaciones Técnicas y examinar visualmente el proceso de pegado por termofusión.
- b) Fusión de las tuberías HDPE y PP según los tiempos y geometría de la unión termo-soldada establecidos por los fabricantes de las tuberías HDPE y PP la temperatura debe ajustarse en el rango de $210\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ o según los parámetros de equipos automáticos CNC y debe verificarse cada día con el termómetro incorporado en la máquina el cual debe estar calibrado. Es recomendable el uso de termómetros de verificación de contacto o infrarrojos con rayos láser en puntos ubicados en cuadrantes con intervalos de 45° , en ambas superficies de la placa calefactora.

Unión de tubos HDPE y PP los datos deben quedar establecidos después de la calificación de la probeta y las pruebas ordenadas por la supervisión del proyecto.

- Los parámetros establecidos para la unión a tope por Termofusión de tuberías HDPE y PP son los siguientes:

Tabla 29 Parámetros para la unión por termofusión a tope de tuberías y accesorios de polipropileno (PP) con maquina MCLROY

Diámetro (ASTM) - (pulg.)	SDR	Temperatura (°C)	Tiempo de fusión (min)	Presión de fusión (PSI)	Tiempo de enfriamiento (min)	Altura del cordón (mm)
6	11	210 - 230	3.46	60	14	2.5
8	11	211 - 230	4.6	80	18	5
10	11	212 - 230	5.7	100	23	7.5
12	11	213 - 230	6.1	130	27	1
14	11	214 - 230	8.08	150	35	2
16	11	215 - 230	10	180	38	1.5
18	11	216 - 230	11	220		2

Nota. Extraída de soldadura por termofusión de tubería y accesorios de HDPE de Consorcio Grupo Cobra Norte

- c) Seguidamente se controlará los datos en el Registro de inspección Visual de juntas Soldadas en tubería de HDPE con el protocolo Mencionado.

Inspección del Cordón Soldado:

- a. Las pautas para la Inspección visual que se presentan a continuación no pretenden reemplazar a los requisitos del Código o la Especificaciones decir, la Tabla A341.3.2 de la norma ASME B31.3 o el Anexo IX de la normal AWS G1. 10M.Su objetivo es servir de guía para efectuar la inspección visual de las uniones a tope fusionadas por el calor.
- b. Una vez terminado el proceso de termofusión se procede a la Inspección Visual de la junta, debiendo considerarse:

El cordón de soldadura por termofusión en los empalmes debe ser continuo y consiste en tamaño alrededor de toda la circunferencia de la tubería. El espacio (A) entre dos rebordes no debe estar por debajo de la superficie de fusión, a lo largo de la circunferencia total de la junta a tope.

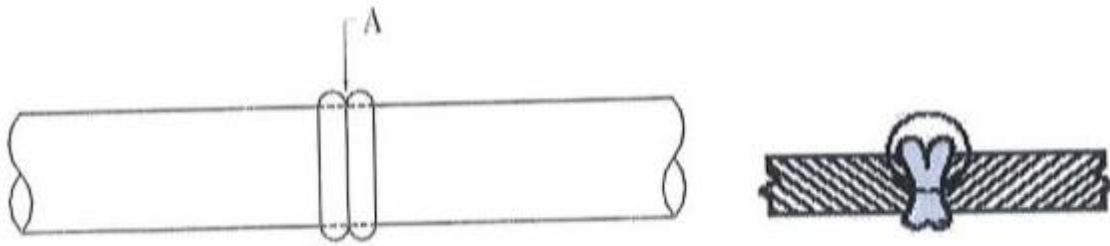


Figura 72 Mal procedimiento de termofusión en la sección A

El espacio “A” no debe estar por debajo de la superficie de fusión. El desplazamiento (V) entre los extremos fundidos no deberá ser mayor que el 10% del espesor mínimo de la pared de la tubería o el accesorio o 1/6” (1.5mm); en el que sea menor.

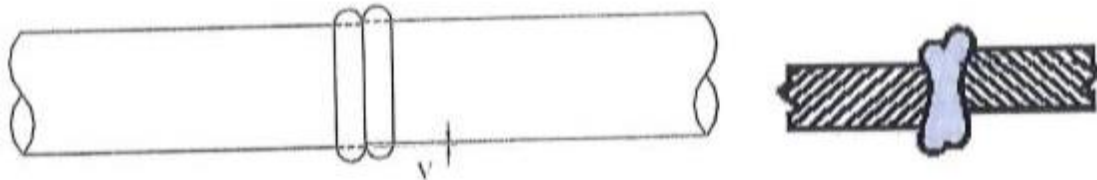


Figura 73 El desplazamiento V no será mayor del espesor mínimo

El desplazamiento “V” no deberá ser mayor que el 10% del espesor mínimo. El cordón exterior debe “enrollarse” por completo contra la pared de la tubería/accesorio.

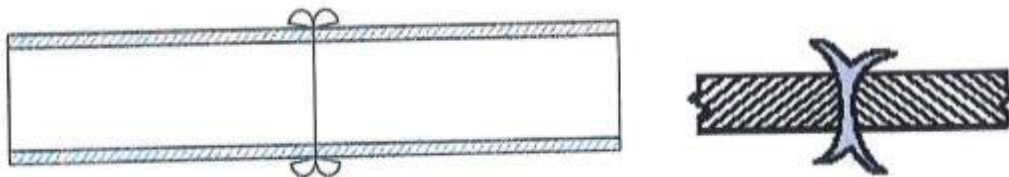


Figura 74 Enrollamiento correcto.

- No debe haber socavación en las orillas externas del cordón de soldadura por fusión del HDPE.
- No debe haber vacío o huecos visibles entre los cordones de soldadura de fusión
- No debe haber prioridad notoria en el cordón de la soldadura.

Uniones inaceptables:

- a) Las uniones por termofusión a tope que no cumplan con los criterios de aceptación que se especifican en las recomendaciones del Fabricante, o cualquier Código o especificación al que se haga mención deberán eliminarse por completo.
- b) La junta se vuelve a rehacer y será re-inspeccionado después de su realización.

Registro de Juntas:

- a) Finalmente se colocarán los datos en el Registro de Inspección Visual de juntas Soldadas en tuberías de HDPE.
- b) Las uniones soldadas de HDPE se codificarán mediante el número correlativo de cada junta. Se indicará el código de la línea

#J =Numero de junta, numerada en forma correlativa.

- Fecha.
- Estampa del operador.

5.2. INSPECCIÓN TELEVISIVA DE TUBERÍAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Este procedimiento constructivo refiere al suministro de la mano de obra, materiales, transporte y equipos necesarios para la inspección remota de las tuberías de alcantarillado a rehabilitar. El uso de la inspección con cámara de TV es requerido para identificar y localizar las conexiones domiciliarias a empotrar, una vez instalada la nueva tubería de alcantarillado.

El material y equipo a utilizar en los trabajos deberá cumplir con las Normas de la Organización Internacional para estándares (ISO).

Este procedimiento constructivo de Inspección Televisiva, se aplica al proyecto Lima Norte II Lote 2 – Rehabilitación de redes secundarias de alcantarillado, según las especificaciones técnicas aprobadas del Proyecto.

Cámaras Robotizadas

La cámara robotizada es de alta resolución capaz de realizar tomas a cualquier Angulo y girar en 360°, ya sea de manera remota o automática, con luz propia y con un control de contraste. La cámara debe garantizar una imagen clara que permita ampliar y girar en tiempo real las imágenes y videos digitales.

Descripción del procedimiento constructivo:

Consiste en realizar la inspección de las tuberías interiormente se realizará la inspección televisiva a la tubería existente y a la tubería rehabilitada, para determinar el estado de su limpieza, así como determinar su estado y/o posibles fallas. Se entregará el resultado de cada inspección mediante vídeo digital (CD) y un informe técnico que describa las fallas y/o deficiencias técnicas del tramo inspeccionado.

Procedimiento constructivo:

- Ubicación del tramo a inspeccionar.
- Señalización y seguridad continua y permanente de inicio a final de la actividad, de la zona de trabajo y del personal a cargo de la actividad.
- Abrir y retirar la tapa de los buzones aguas abajo y aguas arriba, dejarlos ventilar por espacio de 15 minutos.
- Preparación del equipo televisivo.
- Instalación del equipo televisivo al pie de los buzones del tramo a inspeccionar.
- Aislamiento temporal del tramo a inspeccionar, mediante tapones, de ser el caso.
- Operar el equipo televisivo e iniciar la inspección, ingresando la cámara por la tubería.
- Colocar las tapas de los buzones.
- Limpieza del área de trabajo.

Prevención de riesgos:

El personal que desarrollará los trabajos del presente procedimiento, usará obligatoriamente:

- Casco de Seguridad.
- Zapato de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de Jebe.
- Traje Tybeck (personal que ingresa al buzón).
- Máscara Antigases.
- Lentes protectores.
- Protección auditiva.
- Luminaria (si hay faenas nocturnas).
- Conos ubicados en la zona de trabajo con los equipos.
- Señalización preventiva.

Todos los días se realizará una charla de 5 minutos firmada por el Ingeniero a cargo del trabajo, en donde se planificarán los trabajos a realizar, los riesgos y medidas preventivas, con esto se buscará minimizar los riesgos.