

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

COMPARACIÓN ENTRE EL MÉTODO PIPE BURSTING Y EL MÉTODO TRADICIONAL COMO ALTERNATIVA DE REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR 83B ZONA 9 DEL PROYECTO LIMA NORTE II LOTE 3.

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Carlos Fernando Osorio Lazaro

Asesor:

Mg. Sc. Edwin Jhon Aquisue Dueñas

Lima - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida y salud y sobre todo por haberme  
regalo la familia más unida y trabajadora que puedo tener.

A mi padre Bruno Osorio y madre Epifanía Guimaray que  
siempre estuvieron ahí desde que era muy pequeño  
enseñándome los buenos valores e impulsarme siempre  
cumplir con mis sueños y metas

## AGRADECIMIENTO

### **A mi madre**

Por darme su apoyo desde muy pequeño, por siempre estar a mi lado y demostrarme su coraje al trabajar en las cosas más humildes para sacar adelante a nuestra familia y por siempre haberme apoyado tanto en el colegio hasta en la universidad y dándome la motivación de esforzarme cada día.

### **A mi padre**

Por darme siempre su apoyo en todo lo que me proponía, por sus consejos y por esa perseverancia al igual que mi madre para sacar adelante a la familia.

### **A mis hermanos**

Por siempre darme su apoyo y engréirme todo este tiempo e impulsarme a seguir adelante ante cualquier situación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
RESUMEN EJECUTIVO .....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.....	14
1.2. ORGANIGRAMA.....	15
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	17
1.3.1. JUSTIFICACIÓN PRACTICA.....	17
1.3.2. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA .....	18
1.4. OBJETIVOS.....	18
1.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	18
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
1.5. LIMITACIONES.....	19
1.6. TÉCNICAS Y DOCUMENTACIÓN PARA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE .....	20
2.2. REDES DE AGUA POTABLE .....	20
2.3. POLIETILENO .....	21
2.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO .....	21
2.3.3. TIPOS DE SOLDADURA.....	23
2.3.3.1. TERMOFUSIÓN.....	23
2.3.3.2. ELECTROFUSION.....	26

2.4.	PIPE BURSTING.....	28
2.4.1.	HISTORIA .....	28
2.4.2.	DEFINICIÓN DEL PIPE BURSTING .....	28
2.4.3.	TIPOS DE PIPE BURSTING .....	29
2.4.3.1.	PIPE BURSTING DINÁMICO .....	29
2.4.3.2.	PIPE BURSTING ESTÁTICO .....	30
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....		33
3.1.	PROCESO DE INGRESO A LA EMPRESA.....	33
3.2.	ANALISIS DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	34
3.3.	DATOS DEL PROYECTO SANEAMIENTO LIMA NORTE II LOTE 3 .....	37
3.4.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA EN ESTUDIO.....	40
CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....		43
4.1.	PARA EL OBJETIVO N°1.....	43
4.1.1.	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO MÉTODO PIPE BURSTING .....	43
4.1.2.	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO MÉTODO TRADICIONAL.....	52
4.1.3.	COMPARATIVO DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO PIPE BURSTING Y MÉTODO TRADICIONAL.....	60
4.2.	PARA EL OBJETIVO N° 2.....	62
4.2.1.	PRESUPUESTO COMPARATIVO ENTRE AMBOS MÉTODOS.....	62
4.3.	PARA EL OBJETIVO N°3.....	79
4.3.1.	COMPARATIVO DE CRONOGRAMAS DE EJECUCIÓN ENTRE EL MÉTODO PIPEBURSTING Y MÉTODO TRADICIONAL. ....	79
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES .....		86
5.1.	CONCLUSIONES.....	86
PARA EL OBJETIVO N° 1.....		86

PARA EL OBJETIVO N°2.....	88
PARA EL OBJETIVO N°3.....	89
5.2. RECOMENDACIONES .....	90
REFERENCIAS .....	91
ANEXOS.....	92

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1. ORGANIGRAMA GENERAL.....	15
FIGURA N° 2. ORGANIGRAMA ÁREA DE ADMINISTRACIÓN .....	15
FIGURA N° 3. ORGANIGRAMA ÁREA DE OFICINA TÉCNICA.....	16
FIGURA N° 4. ORGANIGRAMA ÁREA DE PRODUCCIÓN .....	16
FIGURA N° 5. ORGANIGRAMA ÁREA DE APOYO .....	17
FIGURA N° 6. FLEXIBILIDAD DEL POLIETILENO .....	22
FIGURA N° 7. FIJACIÓN DE TUBOS EN MAQUINA.....	23
FIGURA N° 8. PLACA CALEFACTORA.....	24
FIGURA N° 9. PEGA POR TERMOFUSIÓN .....	24
FIGURA N° 10. CARACTERÍSTICAS ENCONTRADAS EN LAS PEGAS .....	25
FIGURA N° 11. PROCESO DE ELECTROFUSION .....	26
FIGURA N° 12. LIMPIEZA DE ACCESORIOS.....	27
FIGURA N° 13. MÉTODO DINÁMICO .....	30
FIGURA N° 14. MARTILLO NEUMÁTICO .....	30
FIGURA N° 15. VARILLAS DE FRAGMENTACIÓN .....	31
FIGURA N° 16. UNIÓN DE CABEZAL CON BARRAS DE FRAGMENTACIÓN.....	31
FIGURA N° 17. FRAGMENTACIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍA .....	32
FIGURA N° 18. PLANO DE UBICACIÓN.....	39
FIGURA N° 19. ZONAS DEL SECTOR 83B.....	40
FIGURA N° 20. CARTA EMITIDA A SEDAPAL .....	41
FIGURA N° 21. TRABAJOS DE UBICACIÓN DE INTERFERENCIAS Y ACCESORIOS. ....	43
FIGURA N° 22. VÁLVULA MARIPOSA.....	44
FIGURA N° 23. TUBERÍA PROVISIONAL DE AGUA POTABLE.....	44

FIGURA N° 24. ENTREGA DE MATERIALES .....	45
FIGURA N° 25. TAPADO DE TUBERÍAS.....	46
FIGURA N° 26. TERMOFUSIÓN DE TUBERÍAS .....	46
FIGURA N° 27. INSTALACION DE MAQUINA PIPE BURSTING .....	47
FIGURA N° 28. FRAGMENTACIÓN TERMINADA .....	48
FIGURA N° 29. POLINES DE ARRASTRE .....	49
FIGURA N° 30. EXCAVACIÓN DE CONEXIONES .....	49
FIGURA N° 31. INSTALACIÓN DE ABRAZADERAS .....	50
FIGURA N° 32. INSTALACIÓN DE HÍDRANTES, VÁLVULAS, CRUZ Y TEE .....	50
FIGURA N° 33. PRUEBA HIDRÁULICA .....	51
FIGURA N° 34. PROTOCOLO DE REGISTRO Y CONTROL DE CALIDAD .....	52
FIGURA N° 35. CHARLA DE SEGURIDAD.....	53
FIGURA N° 36. CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE.....	54
FIGURA N° 37. TRABAJOS DE EXCAVACIÓN.....	55
FIGURA N° 38. COLOCACIÓN DE CAMA DE APOYO .....	56
FIGURA N° 39. COLOCACIÓN DE CAMA DE APOYO E INSTALACIÓN.....	56
FIGURA N° 40. PRUEBAS DE COMPACTACIÓN .....	57
FIGURA N° 41. EMPALMES PARA PUESTA EN SERVICIO .....	58
FIGURA N° 42. PROCESO Y PRUEBA DE CONFORMIDAD DE COMPACTACIÓN.	
59	
FIGURA N° 43. LIMPIEZA Y ACOPIO DE MATERIAL .....	59
FIGURA N° 44. COMPARACIÓN DE COSTOS DE PARTIDAS – OBRAS PRELIMINARES .....	63
FIGURA N° 45. COSTO DIRECTO TOTAL – OBRAS PRELIMINARES.....	63

FIGURA N° 46. COMPARACIÓN DE COSTOS DE PARTIDAS – ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS .....	64
FIGURA N° 47. COSTO DIRECTO TOTAL – ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS. ....	64
FIGURA N° 48. COMPARACIÓN DE COSTOS DE PARTIDAS – MOVIMIENTO DE TIERRAS. ....	67
FIGURA N° 49. COSTO DIRECTO TOTAL – MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	67
FIGURA N° 50. COMPARACIÓN DE COSTOS DE PARTIDAS – SUMINISTRO DE TUBERÍA Y ACCESORIOS. ....	68
FIGURA N° 51. COSTO DIRECTO TOTAL – SUMINISTRO DE TUBERÍA Y ACCESORIOS. ....	68
FIGURA N° 52. COMPARACIÓN DE COSTOS DE PARTIDAS – INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS. ....	69
FIGURA N° 53. COSTO DIRECTO TOTAL – INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS .....	69
FIGURA N° 54. COMPARACIÓN DE COSTOS DE PARTIDAS – PRUEBAS.....	72
FIGURA N° 55. COSTO DIRECTO TOTAL – PRUEBAS. ....	72
FIGURA N° 56. COMPARACIÓN DE COSTOS DE PARTIDAS – EMPALMES.....	73
FIGURA N° 57. COSTO DIRECTO TOTAL – EMPALMES. ....	73
FIGURA N° 58. COMPARACIÓN DE COSTOS DE PARTIDAS – CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	75
FIGURA N° 59. COSTO DIRECTO TOTAL – CONEXIONES DOMICILIARIAS .....	75
FIGURA N° 60. COMPARACIÓN DE COSTOS DE PARTIDAS – VÁLVULAS DE SECTORIZACIÓN. ....	77
FIGURA N° 61. COSTO DIRECTO TOTAL – VÁLVULAS DE SECTORIZACIÓN....	77

FIGURA N° 62. COMPARACIÓN DE COSTOS DE PARTIDAS – HIDRANTE. ....	78
FIGURA N° 63. COSTO DIRECTO TOTAL – HIDRANTES.....	78
FIGURA N°64. CRONOGRAMA GANTT (1-2) MÉTODO PIPE BURSTING.....	79
FIGURA N°65. CRONOGRAMA GANTT (2-2) MÉTODO PIPE BURSTING.....	81
FIGURA N° 66. DURACIÓN DE ACTIVIDADES – MÉTODO PIPEBURSTING. ....	82
FIGURA N°67. CRONOGRAMA GANTT (1-2) MÉTODO TRADICIONAL.....	83
FIGURA N°68. CRONOGRAMA GANTT (2-2) MÉTODO TRADICIONAL.....	84
FIGURA N° 69. DURACIÓN DE ACTIVIDADES – MÉTODO TRADICIONAL. ....	85
FIGURA N°70. COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL MÉTODO PIPEBURSTING Y TRADICIONAL. ....	88
FIGURA N°71. COMPARATIVO DE DURACIÓN DE ACTIVIDADES ENTRE EL MÉTODO PIPEBURSTING Y TRADICIONAL.....	89

## INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO LIMA NORTE II LOTE 3.	38
TABLA N° 2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO PIPE BURSTING .....	60
TABLA N° 3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO TRADICIONAL .....	61
TABLA N° 4. CALCULO DE COSTOS DIRECTOS ENTRE OBRAS PRELIMINARES, ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS. ....	62
TABLA N° 5. COMPARATIVO ENTRE MOV. DE TIERRAS, SUMINISTRO DE TUBERÍA Y ACCESORIOS E INSTALACIÓN Y ACCESORIOS. ....	66
TABLA N° 6. COMPARATIVO ENTRE PRUEBAS Y EMPALMES. ....	71
TABLA N° 7. COMPARATIVO ENTRE CONEXIONES DOMICILIARIAS. ....	74
TABLA N° 8. COMPARATIVO ENTRE VÁLVULAS DE SECTORIZACIÓN E HIDRANTES. ....	76
TABLA N° 9. COMPARACIÓN DE PRESUPUESTOS ENTRE AMBOS MÉTODOS.	79
TABLA N° 10. COMPARACIÓN ENTRE VENTAJAS DEL MÉTODO PIPEBURSTING Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO TRADICIONAL. ....	86
TABLA N° 11. COMPARACIÓN ENTRE DESVENTAJAS DEL MÉTODO PIPEBURSTING Y VENTAJAS DEL MÉTODO TRADICIONAL.....	87

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de tesis está enfocado al mantenimiento de redes de agua potable no contemplado la zona 9 del sector 83B del proyecto Lima Norte II Lote 3 que, debido a problemas durante la ejecución de conexiones domiciliarias, se identificó tuberías antiguas no aptas para la rehabilitación de conexiones. Por ello a modo de cumplir con el metrado contractual sin extender el tiempo de entrega de obra se propone un cambio de redes de agua potable en toda la zona 9, por el método no convencional Pipe Bursting. Los resultados obtenidos demostraran que la aplicación de este método será beneficioso en tiempo, costo y reducción en problemas en la población. De la misma forma dar a conocer el procedimiento constructivo del método Pipe Bursting en comparación del método convencional y enseñando su aplicación para futuros profesionales involucrados en saneamiento.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Como sabemos hoy en día a nivel de todo el Perú contamos con tuberías de agua potable y alcantarillado antiguas y que debido a su antigüedad estas provocan colapsos y aniegos provocando grandes problemas sociales, ambientales y de salud.

Otro de los problemas que también trae consecuencias, es la sobrepoblación que en nuestros tiempos encontramos y producto de eso las tuberías al recibir tanta carga terminan ocasionando problemas.

Por tal motivo la institución Sedapal encargado del abastecimiento de agua potable y recolección de aguas residuales busca dar mantenimiento a estas redes, mediante proyectos pequeños y de gran envergadura con el fin, tanto de cambiar las redes antiguas, como también aumentar las dimensiones las tuberías, buscando un mejor abastecimiento agua y recolección residual con una visión futura.

Estos trabajos por otra parte resultan incómodos para la sociedad debido a que la gente siempre se queja por los trabajos de ejecución, ya que por las excavaciones provocan levantamiento de partículas, tráfico vehicular, cierre de calles. También generando malestar por los olores que emanan de las redes de alcantarillado y cortes de agua.

Así mismo, las empresas siempre buscan nuevas formas o procesos que puedan reducir este tipo de problemas, pero generando costos a favor de ellos, mejora en producción, reduciendo problemas socio-ambientales sin dejar escapar el tema de calidad ya que esto ayudara a la vida útil y el trabajo eficiente de las tuberías.

Actualmente debido a la innovación por parte de las empresas prestadoras de servicios hacia Sedapal han puesto en marcha el método pipe bursting que al contrario de las ejecuciones por el método tradicional que son aperturando zanjas estas no abren zanjas, reduciendo grandemente los problemas hacia la sociedad y generando valor hacia la empresa.

### **1.1. Información de la empresa**

La empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3 fue constituida en el año 2017 para el rubro de saneamiento con numero RUC: 20602197493 y ubicado en la Av. Los alisos Mz. R1 Lote 6 en el distrito de Los Olivos, en la provincia de Lima.

Este consorcio se encuentra conformado por 2 empresas peruanas con alta experiencia en obras de saneamiento.

La empresa IVC CONSTRATISTAS GENERALES S.A. inicio sus actividades en el año 1988, involucrándose en el desarrollo y ejecución de proyectos de ingeniería tanto en el sector privada como público.

La empresa cuenta con una amplia línea de negocios tales como: obras de saneamiento e hidráulica, habilitaciones urbanas, edificaciones, energía y transporte.

Como misión ellos buscan ejecutar sus proyectos y obras de ingeniería, bajo la mentalidad de una buena gestión de la calidad, seguridad y salud ocupacional y el medio ambiente, consiguiendo una mejora continua y una gran acogida por los clientes.

Como visión buscan ser protagonistas y líderes en el sector construcción.

Del mismo modo la empresa se encuentra involucrado en la responsabilidad social el cual gracias a apoyos han podido sacar adelante a personas que por causas de la vida tuvieron algún tipo de accidente y que por bajos recursos se complicaba su situación.

También organiza eventos sociales para ayudar a personas de sectores de bajos recursos.

Otra de las empresas que conforma esta sociedad es la empresa CONSTRUCTORA M.P.M. S.A. el cual fue fundada en 1981 y que actualmente ejecuta proyectos en los rubros de saneamiento, edificaciones, puentes y pavimentación.

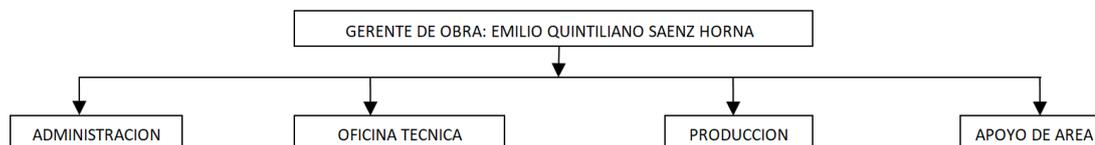
Como misión ellos buscan superar las expectativas de sus clientes haciendo uso de la más alta tecnología e innovación en cada uno de sus procesos, afrontando en base a la experiencia adquirida tanto en el sector público y privado.

Ellos tienen la visión de ser una corporación reconocida a nivel Latinoamérica, líder en mercados a través de productos de calidad.

Así mismo, sus obras y servicios de ingeniería trabajan con el amparo de valores como: honestidad, responsabilidad, integridad y trabajo en equipo.

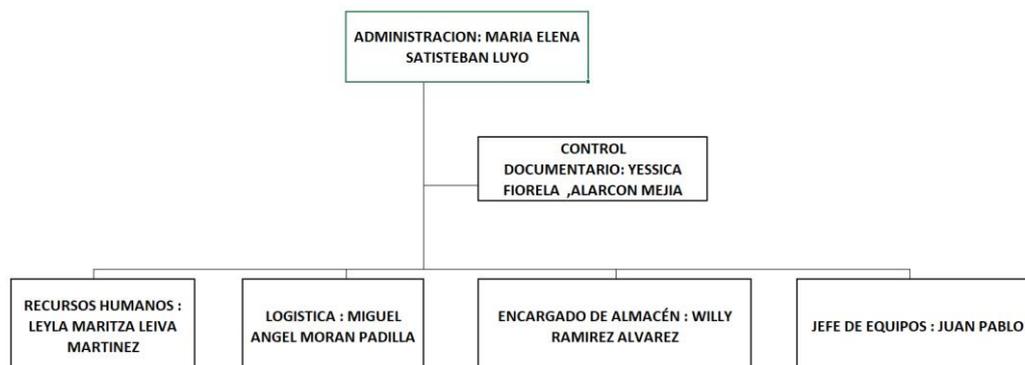
## 1.2. Organigrama

Figura N° 1. Organigrama general



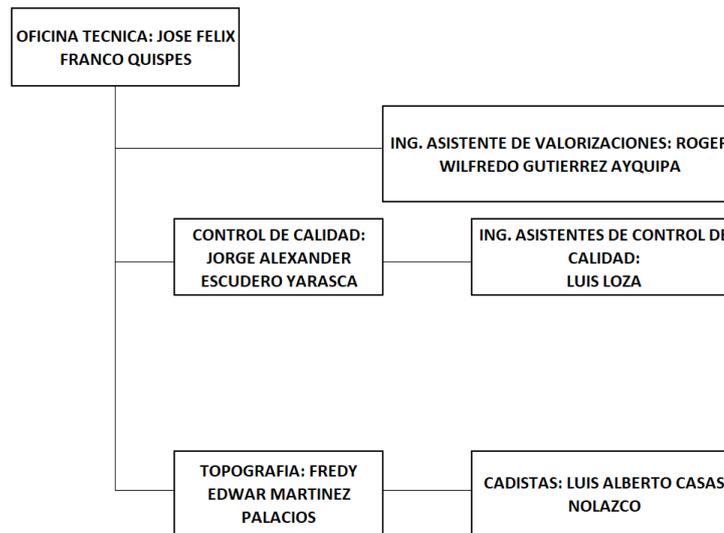
Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Figura N° 2. Organigrama área de administración



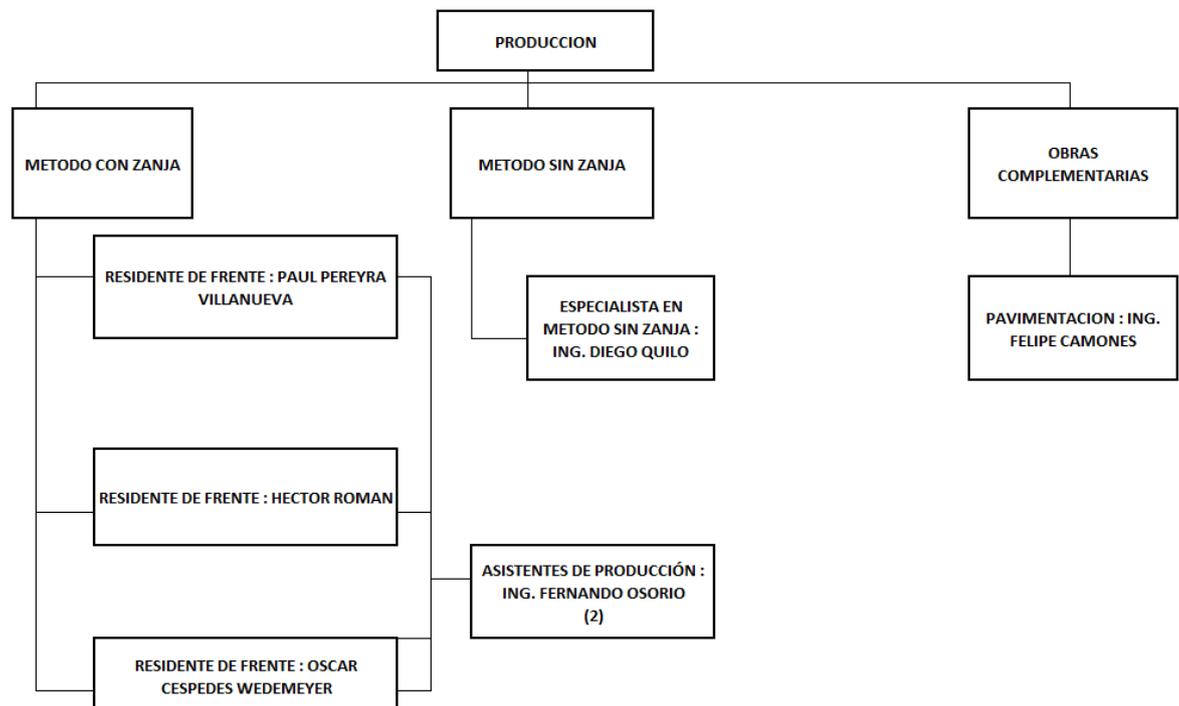
Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Figura N° 3. Organigrama área de oficina técnica



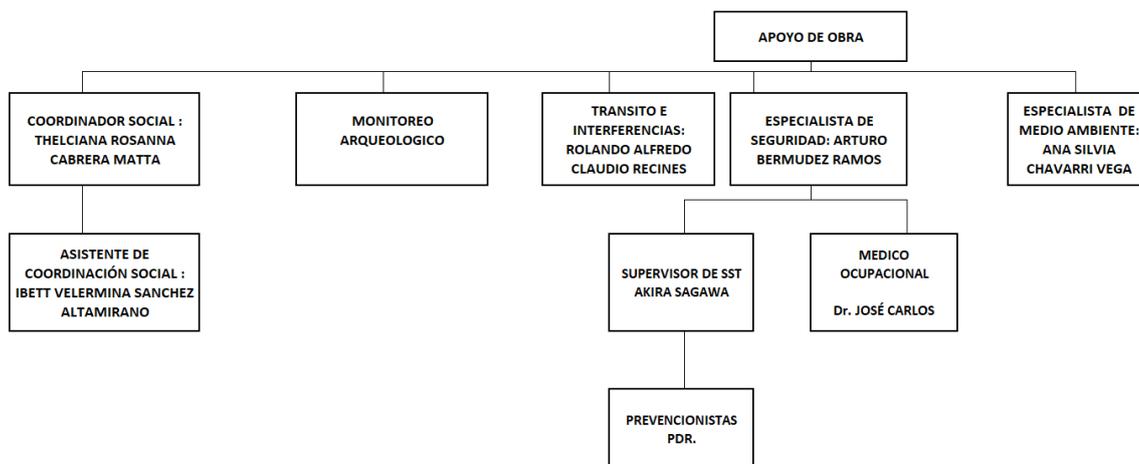
Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Figura N° 4. Organigrama área de producción



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Figura N° 5. Organigrama área de apoyo



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

### 1.3. Justificación

#### 1.3.1. Justificación practica

Este trabajo dará a conocer un método no convencional para la rehabilitación de tuberías de agua potable reduciendo los problemas más comunes que incomodan a las personas y generando costos a favor de la empresa.

Como sabemos hoy en día los países en desarrollo se siguen implementando los procesos constructivos convencionales debido a una falta de conocimiento en nuevas tecnologías.

Según Luna Jair y Gonzales Christian (2018), dijeron que en américa los únicos países que se encuentran con algún conocimiento en el estudio y difusión de la tecnología sin zanja en la sociedad internacional de tecnologías sin zanja (ISTT) son: Canadá, estados unidos, México, Colombia (p.8).

Es por eso que a pesar de que en nuestros tiempos esta tecnología es muy implementada en otros países en el Perú carece de conocimiento tanto en datos y documentos que sustenten sus beneficios frente a la rehabilitación de redes.

Entonces al encontrar este tipo de causas limita a las empresas prestadoras de servicio ante Sedapal, ya que al no tener evidencias de los beneficios al ser implantado no optan por nuevas tecnologías y siguen utilizando los procedimientos convencionales. Finalmente debido a este tipo de circunstancias se elabora esta tesis por suficiencia profesional dándole la importancia de su aplicación como nuevo procedimiento constructivo para rehabilitaciones en tuberías de agua potable que se encuentran en mal estado y sacando a la luz los beneficios económicos para la empresa y los beneficios que trae para los usuarios cercanos a las obras que se estarán ejecutando.

### **1.3.2. Justificación académica**

Este trabajo de suficiencia profesional aportara en poner en conocimiento a las futuras generaciones o profesionales que quieran implementar este método a forma de mejorar su producción evitando problemas a la sociedad y generando grandes beneficios a la empresa.

Del mismo modo dar el conocimiento de esta tecnología a los docentes para que se les pueda impartir el conocimiento en los cursos de introducción a la carrera y enseñar a los estudiantes las nuevas mejoras que se hacen hoy en día en la ingeniería.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Desarrollar un análisis cualitativo y cuantitativo del método pipe bursting para la rehabilitación de redes de agua potable.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Comparar ventajas y desventajas de procedimientos constructivos entre el método tradicional y el método pipe bursting.

- Analizar y comparar los costos en función a la aplicación por el método pipe bursting y el método tradicional.
- Analizar y comparar los tiempos de ejecución entre el método pipe bursting y el método tradicional.

### 1.5. Limitaciones

La principal limitación que hubo para este tipo de trabajo fue llegar a una empresa que aplique este nuevo tipo de procedimientos constructivos.

Así mismo también se tuvo como limitación el tiempo de espera para poder presentar este tipo de trabajos de suficiencia profesional ya que son 2 años para presentarla.

### 1.6. Técnicas y documentación para recolección de datos

- **Reporte de producción.** Documento de campo en el cual se ingresa datos de actividades ejecutadas en el día.
- **Dossier de calidad.** Registro de control de calidad el cual cuenta con información como ubicación, accesorios utilizados, hidrantes, válvulas compuertas, longitud de tubería en redes y conexiones domiciliarias instaladas.
- **Expediente técnico.** Relación de documentos que me brindara información como precios unitarios y planos.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Sistema de distribución de agua potable**

Un sistema de abastecimiento de agua potable se encuentra conformada por múltiples instalaciones.

Entre ellas tenemos:

- Reservorios
- Líneas de impulsión
- Válvulas compuerta
- Grifos contra incendio
- Cámaras de válvula de aire
- Cámaras de válvula de purga
- Cámaras de medición de caudal

### **2.2. Redes de agua potable**

Las redes de distribución de agua potable son ductos que por lo general son formados en circuitos y tienen forma de mallas alrededor las calles y manzanas.

La finalidad de estas redes es distribuir el agua potable a cada usuario garantizando la calidad y las presiones apropiadas.

Estas redes así mismo están conformados por varios complementos estos vienen a ser los accesorios de red, hidrantes, cámaras de aire, purga y medición de caudal, válvulas compuertas.

#### **Tipos de material de tuberías**

- PVC
- Polietileno

- Hierro dúctil
- Asbesto cemento
- Acero

### **Tipos de Accesorios**

Los más utilizados en obra son:

- Uniones
- Tee
- Codos
- Reducciones
- Tapón

### **2.3. Polietileno**

#### **2.3.1. Tuberías de polietileno**

El polietileno hoy en día es uno de los materiales más comunes y se obtiene a partir de la polimerización del etileno. Los tubos se conforman haciendo una combinación de polietileno, pigmentos y aditivos, esto lleva a crear un tubo con mejores características físicas y químicas.

Estas tuberías tienen muchas aplicaciones en obras de ingeniería las cuales pueden ser: redes de agua potable, redes para aguas residuales, redes de gas, regadío, conexiones domiciliarias e instalaciones de redes habilitadas con metodología sin zanja.

#### **2.3.2. Características de las tuberías de polietileno**

Las tuberías de polietileno por lo general son materiales sólidos, incoloro, traslucidos y tienden a ser blandos cuando estos se encuentran en espesores pequeños.

El uso de este material hoy en día es producto a su vida útil promediado en 50 años esto ayudaría a que la rehabilitación de redes se prolongue más años y generando menos gastos al estado.

Otra de las características que tiene este material es su flexibilidad haciendo que sea más trabajable dependiendo al tipo de terreno en que el que nos encontremos y haciendo pequeños cambios de dirección con el uso mínimo de accesorios, así también conserva la flexibilidad en temperaturas muy bajas.

Figura N° 6. Flexibilidad del polietileno



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Las tuberías y accesorios de polietileno no se oxidan y no origina partículas biológicas al pudrirse.

Tiene alta resistencia y dureza para soportar las grandes presiones de agua a las que se le someterá.

### 2.3.3. Tipos de soldadura

En las obras de rehabilitación de redes de agua potable o alcantarillado usando como material el polietileno se usará las soldaduras por termofusión o electrofusión.

#### 2.3.3.1. Termofusión

El procedimiento de unión por termofusión se emplea en tubos a partir de 90mm de diámetro y espesores superiores a 3mm. Este proceso consta en calentar ambos extremos de la tubería calentándolas en una placa calefactora que se encuentra entre los 210 y 225 °C y después de calentar se aplica una determinada presión de acuerdo a datos establecidos de acuerdo a cada máquina de soldar.

Para iniciar el procedimiento se debe montar ambos tubos y fijar las abrazaderas de la máquina de termofusión para evitar cualquier tipo de movimiento ante la fusión. Se recomienda limpiar ambos extremos del tubo para no encontrar cualquier tipo de partículas y no me asegure una unión uniforme y totalmente hermética.

Figura N° 7. Fijación de tubos en maquina



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

En la figura N°8 podemos ver como entre las tuberías de polietileno se coloca una placa calefactora para calentar ambos extremos.

Figura N° 8. Placa calefactora



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Seguido de ello se retirará la placa y se procederá a juntar ambos extremos ocasionando una fusión entre ambos tubos y lo más recomendable aquí siempre es dejar enfriar la unión para no ocasionar ninguna deformación que pueda provocar problemas a la hora de hacer las instalaciones.

Figura N° 9. Pega por termofusión



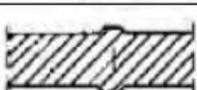
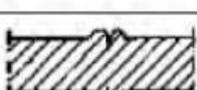
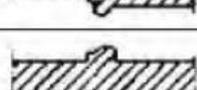
Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Como precaución se deberá tener en cuenta que al momento de hacer la pega ambos extremos no deberán moverse a excepción del movimiento que origina el equipo para unión.

Como control de calidad se deberá de tener un control visual de cómo se termina el procedimiento de unión de ambos tubos.

En la siguiente figura se podrá ver los aspectos comunes que se suelen encontrar cuando se hace un mal procedimiento termofusión.

Figura N° 10. Características encontradas en las pegas

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

Fuente: (Especificaciones Técnicas Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Para un mejor control de calidad, este tipo de unión soldada por termofusión se enviará una muestra de termofusión a tope a un laboratorio donde se le aplicará una fuerza de tracción buscando que el punto de rotura no sea en la unión termofusionada cabe resaltar que este tipo de ensayo deberá ser correspondiente a los requerimientos de las especificaciones técnicas o previo acuerdo con la supervisión que tienen destinado.

### 2.3.3.2. Electrofusion

Este procedimiento se lleva a cabo aplicando calor en una zona puntual debido a los accesorios, para la obra de saneamiento se originaban quiebres en las tuberías de agua potable debido a condiciones del terreno o interferencia encontradas al momento de la excavación

Para este procedimiento se es necesario el equipo de electrofusión el cual será la encargada de emitir el voltaje adecuado para la unión del accesorio con el tubo.

Estos accesorios cuentan con un código de barras el cual la máquina de electrofusión detecta con una lectora y automáticamente la máquina se programa con el tiempo y la intensidad del voltaje adecuado para la unión.

Figura N° 11. Proceso de electrofusión



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Durante este proceso se recomienda no hacer movimientos a la tubería como en la termofusión para que suelden correctamente. Este tipo de unión es más ventajoso a la

hora de hacer las uniones o algún tipo de reparación en caso de ocasionar daños a la tubería de agua.

Como punto clave para llevar a cabo esta actividad es que es muy importante cuidar las zonas que se van soldar de cualquier tipo de fluido y polvo. Por ende, el operario encargado deberá tener que cumplir estrictamente el procedimiento de limpieza del tubo y del accesorio con alcohol y papel completamente limpio.

Figura N° 12. Limpieza de accesorios



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Un mal procedimiento puede ocasionar que la tubería al ponerse en servicio provoque filtraciones ocasionando aniegos o problemas en el asentamiento de superficies viales como el asfaltado originando problemas a los usuarios y al tránsito vehicular.

Otro punto a tomar en consideración será el tiempo de enfriamiento de la soldadura con el fin de tener la soldadura más resistente y hermética

También se tendrá que considerar que las uniones de electrofusión se deberán encontrar de forma alineada y sin forzar quiebres.

## **2.4. Pipe Bursting**

### **2.4.1. Historia**

El método Pipe Bursting fue desarrollado por primera vez en el reino unido en 1970 por DJ Ryan, para sustitución de redes de gas de hierro fundido de diámetros menores. Pero este método fue recién patentado en el reino unido en 1981 y luego se hizo en estados unidos en el año 1986. (IPBA, 2012).

### **2.4.2. Definición del Pipe Bursting**

El Pipe Bursting se le conoce con el concepto de un método de trabajo sin hacer zanja donde la tubería antigua se fragmenta, aplicando una fuerza aplicada mecánicamente. De la misma manera la nueva tubería del mismo o mayor diámetro se empieza a introducir reemplazando la tubería existente.

Del lado posterior a la cabeza de ruptura está conectado a la nueva tubería y el lado delantero está conectado a un cable o varilla que producen tracción. Tanto la cabeza como la nueva tubería ya ensamblada son ingresadas por la ventana de inserción excavada y extraídas del otro extremo por la ventana de salida.

La fuente de poder empuja el cabezal y tubería provocando que la herramienta de fragmentación inicie su procedimiento de rotura, la potencia de la maquina se determinara por la contratista a fin de generar mayor producción durante la hora laboral o con cumplir con las especificaciones mínimas del proyecto.

La dimensión de la nariz o cabezal de fragmentación es por lo general más pequeño en diámetro, esto con el fin de lograr su correcta alineación y asegurar la ruptura de una forma pareja y alineada a la tubería existente. La base de la cabeza de ruptura es mayor que el diámetro interior de la tubería existente esto ayuda a fracturar y también

al ser mayor al diámetro exterior ayuda en disminuir la fricción en la tubería nueva y reducir posibles daños a la tubería.

### **2.4.3. Tipos de Pipe Bursting**

Este tipo de método sin zanja se clasifica en 2 clases el Pipe Bursting estático y Pipe Bursting dinámico.

#### **2.4.3.1. Pipe Bursting dinámico**

El sistema del tipo dinámico tiene como herramienta de ruptura una especie de martillo de desplazamiento accionado por aire comprimido. Cuenta con un expansor montado en la parte de adelante el cual también se encuentra guiado por el winche.

En el punto de llegada la herramienta esta acoplada por tensión constante del winche.

El cabezal y la herramienta están unidas a la red existente ya que al generar la potencia de percusión del martillo empieza a agrietar y romper la tubería.

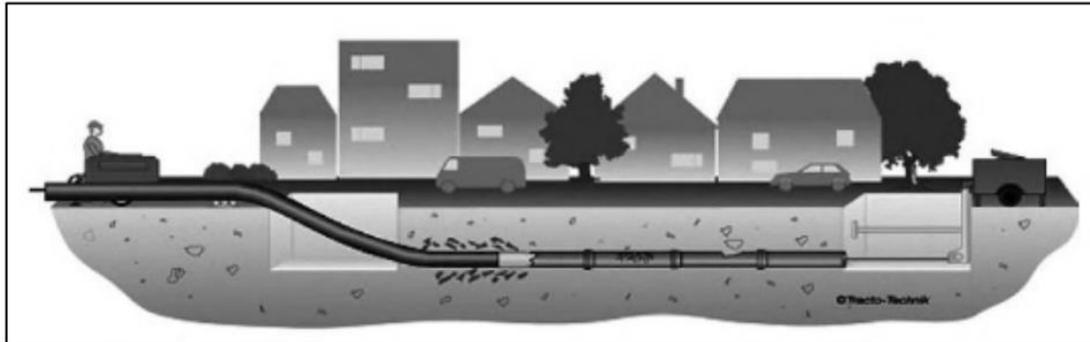
El cabezal al avanzar producto de las percusiones arrastra los restos de la tubería existente hasta el extremo de llegada del cabezal dejando espacio para introducir la tubería nueva fácilmente.

Para realizar este procedimiento se requiere de personal capacitado y puntual debido a que no requiere tanto trabajo como el método convencional, aquí solo se ensambla el cabezal con la herramienta en la tubería antigua y se espera a que el equipo de percusión lleve solo el cabezal del otro extremo.

En lo que involucra a esta actividad se tendrá en consideración los epps adecuados para los operadores e ingenieros presentes en el trabajo debido a que la percusión ocasionada por los equipos puede provocar afectaciones al personal.

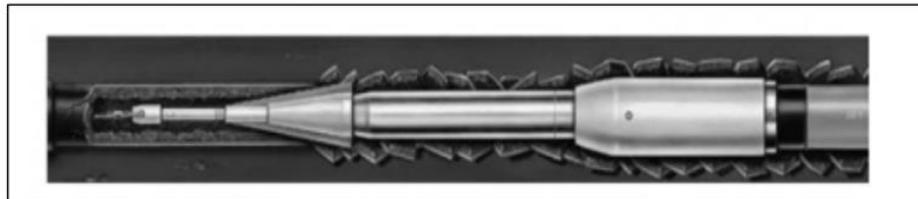
El sistema dinámico por lo general se usa para tuberías de hierro fundido, hierro dúctil, asbesto cemento y PVC.

Figura N° 13. Método dinámico



Fuente: (Especificaciones Técnicas Interagua, 2015)

Figura N° 14. Martillo neumático



Fuente: (Especificaciones Técnicas Interagua, 2015)

#### 2.4.3.2. Pipe Bursting estático

El método estático a diferencia del método dinámico no es necesario la acción de martilleo. Este método usa fuerza de tracción a la cabeza de expansión mediante barras o cables introducidos dentro la tubería existente.

La cabeza o cono de tracción transmite la fuerza tracción rompiendo la tubería antigua y haciendo que la cavidad sea más grande para que de paso a la nueva tubería.

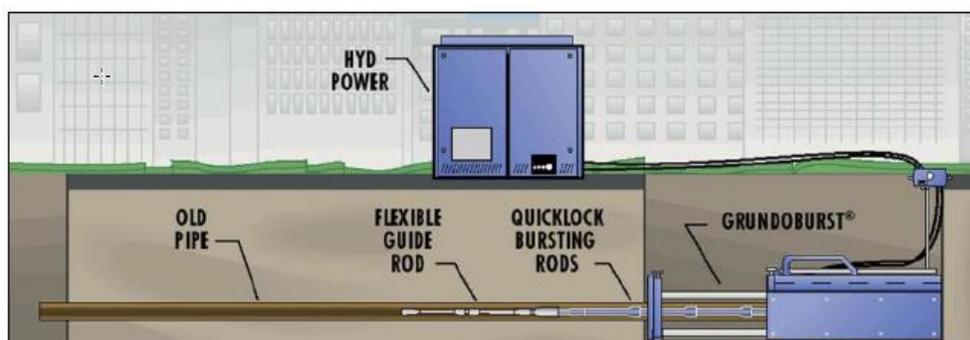
Con este método se busca introducir y conectar en simultaneo las barras por la tubería antigua hasta el otro extremo y ser conectado en la parte delantera del cabezal y la nueva tubería estará conectado en la parte trasera del cabezal.

El quipo hidráulico hará que la tubería sea jalada y a medida que esta avanza las barras irán siendo retiradas.

Ha medida que se ejecuta este método se deberá tener en consideración limitar las vibraciones del terreno ya que hay casos en el que los suelos tienden a deformarse y puede ocasionar problemas en la nueva tubería ingresada.

En la figura N° 15 se puede apreciar como las barras son introducidas desde un extremo hasta el otro para unirse con el cabezal.

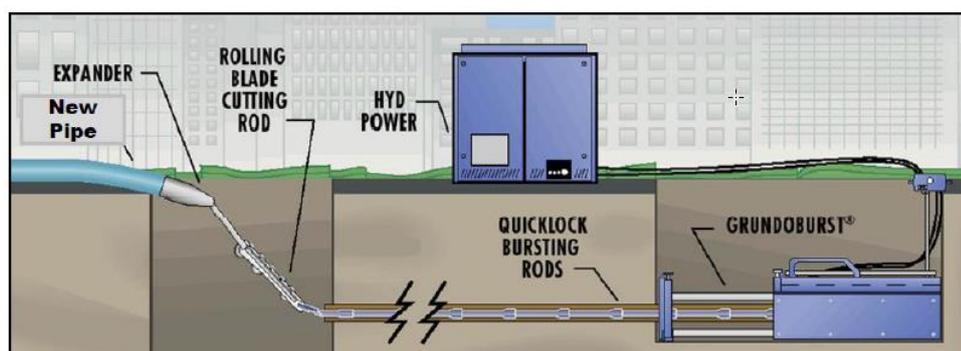
Figura N° 15. Varillas de fragmentación



Fuente: (Luna Escalante Jair, 2018)

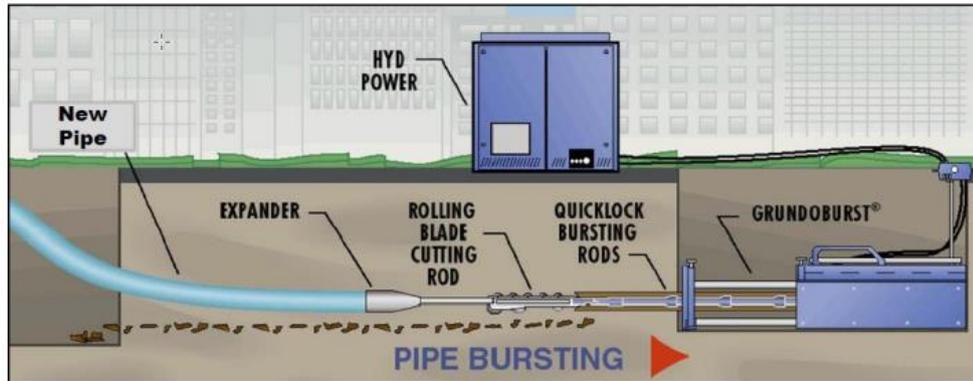
En la figura N° 16 vemos como una vez lograda la conexión de las barras con el cabezal esta se encuentra listo para ser jalado por la máquina.

Figura N° 16. Unión de cabezal con barras de fragmentación



Fuente: (Luna Escalante Jair, 2018)

Figura N° 17. Fragmentación e instalación de tubería



Fuente: (Luna Escalante Jair, 2018)

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

#### **3.1. Proceso de ingreso a la empresa**

Cuando me llamaron para mi ingreso a la empresa yo aún continuaba en el Consorcio San Martín el cual es la primera empresa de saneamiento con el cual inicié y que tuve que solicitar un permiso debido a que la empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte II Lote 3, me pidió que fuera a una entrevista de trabajo para explicarme bien y pasar por un pequeño examen oral de preguntas del rubro para saber si contaba con alguna noción.

Es así que el 30 de marzo del 2018 al llegar al consorcio conocí al ingeniero José Franco Quispe encargado del área de oficina técnica y el encargado del reclutamiento de los asistentes de producción. Es así como procedió a explicarme detalladamente cuáles serían mis funciones y así mismo me preguntó ciertas cosas del rubro dándose cuenta que si contaba con la experiencia que él solicitaba.

Pasado ello, el ingeniero me derivó al área de recursos humanos para hacer la programación de mi examen médico en la empresa Worker's Health el 3 de mayo del 2018 y así mismo programo mi charla de inducción para el día 4 de mayo del 2018.

Después de la entrevista regrese a la empresa en la cual todavía continuaba e hice mi carta de renuncia y converse con la ingeniera Katty Cárdenas Cerna residente al cual asistía y le comenté mis motivos por lo que dejaba la empresa, al cual ella con mucha empatía me deseó muchos éxitos por el nuevo trabajo y comentándome que ella también había trabajado anteriormente en una de las empresas que conformaba el consorcio al que me iba e indicándome que aprendería mucho su forma de trabajo de ellos.

Después de eso realicé mi examen médico pasando satisfactoriamente todos los exámenes, del mismo modo asistí a mi charla de inducción que es uno de los requisitos importantes para ingresar al consorcio y que al finalizar la charla cuenta con un examen escrito el cual tuve nota aprobatoria siendo considerado parte del consorcio.

Finalmente, el 7 de mayo del 2018 llegue a la oficina del consorcio para firmar mi contrato de trabajo con recursos humanos y procedieron a presentarme a todo el equipo de trabajo que se encontraba en las distintas áreas social, seguridad, tránsito, medio ambiente, producción, oficina técnica y gerencia. Del mismo modo me presentaron al ingeniero Edwin Huaylla Diaz uno de los primeros ingenieros al cual yo asistí, ya que en los 2 años de trabajo llegué a apoyar hasta 3 ingenieros debido que ellos se quedaban sin asistentes producto de la carga de trabajo y los asistentes tendían a retirarse por la presión de trabajo.

### **3.2. Análisis de la experiencia profesional**

En los 3 últimos años de egresado de la Universidad Privada del Norte comencé mi experiencia profesional relacionado en el rubro de saneamiento, trabajé 1 año en la empresa Consorcio San Martín el cual fue una obra de ampliación en el cual se tuvo que instalar redes y conexiones a usuarios que nunca contaron con el servicio de agua potable y alcantarillado.

Después de esa experiencia logre ingresar a una obra de rehabilitación el cual da mantenimiento de las tuberías antiguas y cambiándolas por nuevas.

Esta obra era Lima Norte II una de las obras de saneamiento más grandes el cual involucra varios distritos y que fue dividida en 3 lotes por la envergadura del proyecto.

Ahí logre aumentar mi experiencia profesional por 2 años más, pudiendo aprender como con la aplicación de las buenas prácticas de una gestión calidad se puede tener un mayor control en la obra.

En el tiempo que pude estar en la obra realicé las siguientes actividades:

- **Charlas**

Visita a los frentes de trabajo para poder facilitar una charla diaria de concientización sobre temas de seguridad o medio ambiente. Ver Anexo 1

- **Control de personal**

Verificar que el personal obrero haya asistido por las mañanas y culminado la hora de jornada haciendo visitas esporádicas al finalizar el día. Ver anexo 2

- **Elaboración de metrados**

Elabore los metrados de los distintos sectores a los cuales se iban a intervenir con las rehabilitaciones, con el fin de solicitar todos los materiales y agregados con anticipación y poder ejecutar los frentes sin contratiempos y molestia de los usuarios por demoras en la zona de trabajo. Ver Anexo 3

- **Control de horas maquina**

Con la finalidad de hacer las valorizaciones justas para los contratistas que apoyan en la ejecución de la obra les solicitaba las horas efectivas de sus maquinarias y equipos que tienen a disposición en los frentes de trabajo. Ver Anexo 4

- **Coordinación para despacho de materiales**

Debido a que las actividades se deben iniciar a las 7:30 am, les solicitaba a los contratistas el pedido de sus materiales con anticipación un día antes hasta la 4:00pm, a fin que estas lleguen al almacén central a las 5:00pm y puedan ser repartidos en los camiones de despacho a primera hora.

- **Entrega de planos de obra**

Cuando un contratista ingresaba a una zona de trabajo siempre le facilitaba con el área de dibujo técnico un juego de planos en el cual se detalla las redes, conexiones y las distintas actividades que deberían ejecutar. Así mismo se le entrega planos de las distintas interferencias como los servicios eléctricos, fibra óptica, gas, redes de agua y alcantarillado existentes. Ver Anexo 5

- **Elaboración de reporte diario**

Esta actividad era fundamental porque se enviaba una data diaria a oficina técnica de los avances del día e internamente yo hacía mis mapeos de avance de obra con planos y reflejaba lo que se iba avanzando a diario. Ver Anexo 6

- **Programación semanal**

Esta programación se realizaba con el fin de dar metas a los contratistas y tener un control de las ejecuciones que se tienen que avanzar en la semana del mismo modo esta programación se enviaba a oficina técnica y al comité de inspección de Sedapal que se encargaba de la supervisión. Ver Anexo 7

- **Control del proceso constructivo**

Procedía con las visitas a campo para el control de calidad en la ejecución de las actividades y verificar su correcta instalación de acuerdo a las especificaciones. Ver Anexo 8

- **Programación de pruebas**

Se envía una programación diaria de pruebas al comité de inspección con el fin de que estén presentes a la hora de las pruebas hidráulicas o actividades que necesiten ser liberadas y ser aprobadas indicando su correcta ejecución. Ver Anexo 9

- **Elaboración de cartas**

Realizaba cartas dirigidas a Sedapal para pedir permisos de corte de servicio de agua potable o realizar consultas sobre alguna dificultad que apareciera en la obra. Ver Anexo 10

- **Programación de concreto**

Con el fin de acelerar los trabajos de reposición de vereda o vaciado de cámaras se solicitaba a la empresa Unicon mezclas de concreto. Ver Anexo 11

- **Programación de buzones prefabricados**

Debido a los tiempos ajustados con la que contábamos se aceleraba los trabajos con instalación de buzones prefabricados por la empresa Hard. Ver Anexo 12

- **Elaboración de sustentos**

Para la recepción de obra se elaboró los cuadros de sustentos finales con todos los metrados de las partidas involucradas en el proyecto. Ver Anexo 13

### **3.3. Datos del proyecto Saneamiento Lima Norte II lote 3**

Debido a la magnitud del proyecto este fue dividido en 3 lotes de trabajo tocándole por nombre de proyecto: Paquete B-4 y B-5: Redes secundarias de agua potable y alcantarillado (sectores 83B, 212, 213, 259, 345, 368A, 369A del proyecto “Optimización de sistemas de agua potable y alcantarillado, sectorización, rehabilitación de redes y actualización de catastro – área de influencia planta Huachipa – área de drenaje Oquendo, Sinchi roca, Puente Piedra y sectores 84, 83, 85 y 212 – Lima”.

El lote 3 tenía como monto de inversión un valor aproximado de 120 millones

El área de influencia del proyecto se ubica geográficamente en la costa del pacifico, en el área urbana al norte de Lima.

El área de influencia del proyecto limita de la siguiente forma:

- Norte: Distrito de Ventanilla y Puente piedra.
- Sur: Distrito del Callao.
- Este: Distrito de Comas.
- Oeste: Océano pacífico

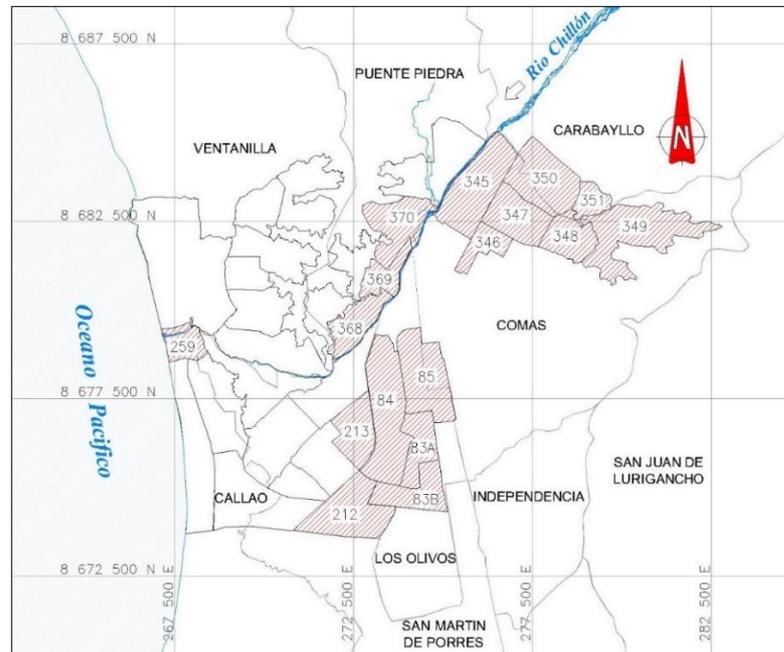
Esta zona del proyecto se ubica dentro en el ámbito operativo de la gerencia del servicio norte de Sedapal, en el área de atención de la planta de potabilización Huachipa.

Tabla N° 1. Área de influencia del proyecto lima norte II Lote 3

<b>Distrito</b>	<b>Sectores de influencia del proyecto general</b>	<b>Sectores de influencia destinados al Lote 3</b>
Comas	345, 346, 347, 348, 349	345
Carabayllo	350, 351	-
Los Olivos	83, 84, 85	83
Puente Piedra	368A, 369A, 370	368A, 369A
San Martín de Porres	212, 213	212, 213
Callao	259	259
Ventanilla	259	259

En la siguiente figura, se muestra los 16 sectores que conforman el área de influencia del proyecto, y resaltados los pertenecientes a los paquetes B4 y B-5 del lote 3.

Figura N° 18. Plano de ubicación.



Fuente: (Expediente Técnico Lima Norte Lote 3)

El objetivo principal del proyecto es brindar una adecuada prestación de servicios de agua potable y alcantarillado y mejorar la gestión operacional. Por lo tanto, el propósito del proyecto se puede expresar de la siguiente manera:

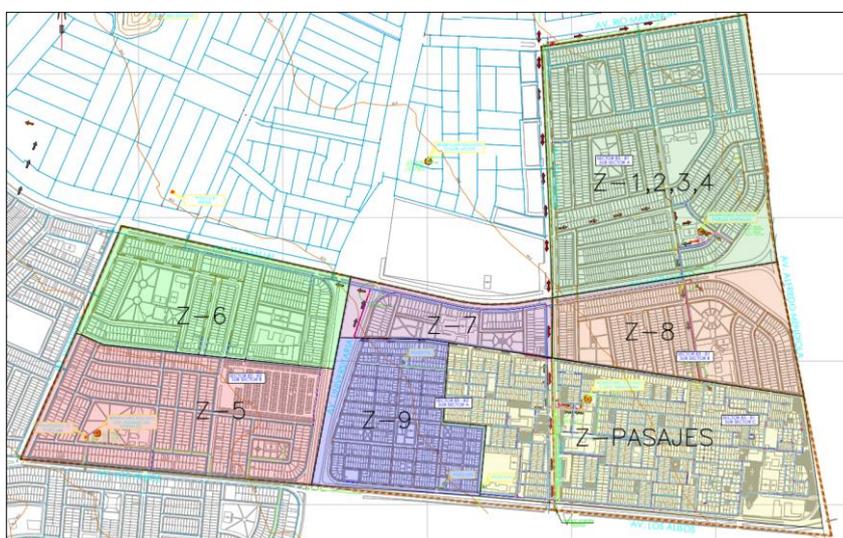
- Mejorar la operación y control del sistema de agua potable. La gestión del servicio que realiza Sedapal será mejorada en términos de operación y control con la sectorización.
- Alcanzar el objetivo del 25% de proporción del agua no facturada. La rehabilitación de las redes secundarias de agua permitirá disminuir significativamente estas pérdidas de agua tanto físicas y comerciales.
- Realizar un suministro de agua potable en forma continua, satisfaciendo la demanda actual y futura. Se entiende que el proyecto busca mejorar el servicio de abastecimiento de agua en términos de cantidad, continuidad y calidad.

### 3.4. Descripción del problema en estudio

Este método aplicado para la rehabilitación de redes fue implementado para la sustitución de las redes de agua potable del sector 83B zona 9, el cual fue una variación en el presupuesto contractual.

Como se puede apreciar en la siguiente imagen el proyecto contractual estipulaba que el consorcio debería ejecutar trabajos de rehabilitación de redes de agua potable del sector 83B en las zonas 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 y pasajes.

Figura N° 19. Zonas del Sector 83B



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

La zona 5 y 9 que se encuentra resaltado de color rojo y azul eran zonas en las cuales el proyecto solo nos mandaba a hacer la rehabilitación de conexiones domiciliarias desde la abrazadera que se encontraba instalado en la red secundaria hasta la acometida que llega a la caja termoplástica de agua potable.

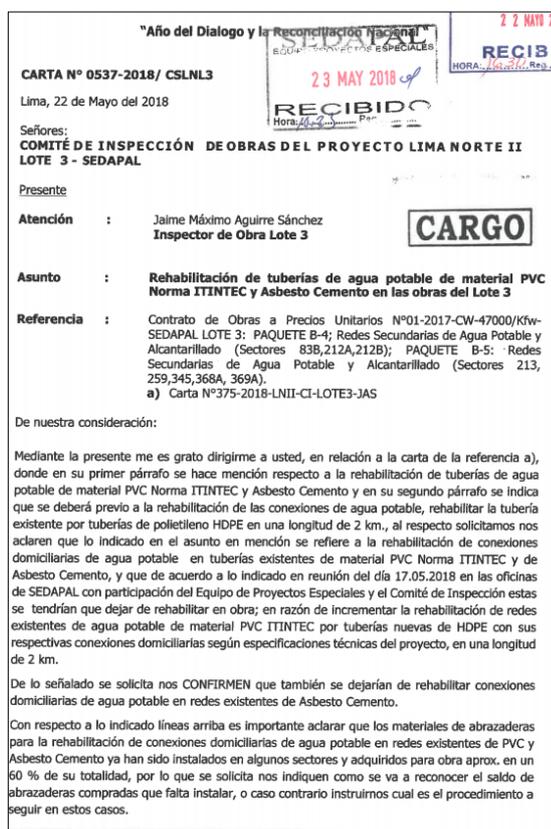
Mediante se fueron ejecutando los trabajos en la zona 5 no se encontró ningún contratiempo hasta llegar a los trabajos de la zona 9, en el cual al intentar de hacer los de cambio de las abrazaderas nos percatamos que dichas tuberías de PVC eran de Norma Itintec el cual es una norma antigua en el cual la tubería aprobada era una

tubería delgada a comparación de las aprobadas hoy en día por la Norma Iso que son de mejor calidad.

Estas tuberías de Norma Itintec al intentar colocar las nuevas abrazaderas para la rehabilitación de las conexiones domiciliarias tendían a deformarse.

Es por ello que se emite una carta a Sedapal dando en conocimiento este tipo de situación con el que nos habíamos encontrado.

Figura N° 20. Carta emitida a Sedapal



"Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional"

SEDAPAL

23 MAY 2018

RECIBIDO

22 MAY 2018

RECIBI

HORA: 10:30 Reg...

**CARTA N° 0537-2018/ CSLNL3**

Lima, 22 de Mayo del 2018

Señores:  
**COMITÉ DE INSPECCIÓN DE OBRAS DEL PROYECTO LIMA NORTE II  
LOTE 3 - SEDAPAL**

Presente

**Atención :** Jaime Máximo Aguirre Sánchez  
Inspector de Obra Lote 3

**Asunto :** Rehabilitación de tuberías de agua potable de material PVC  
Norma ITINTEC y Asbesto Cemento en las obras del Lote 3

**Referencia :** Contrato de Obras a Precios Unitarios N°01-2017-CW-47000/KfW-  
SEDAPAL LOTE 3: PAQUETE B-4; Redes Secundarias de Agua Potable y  
Alcantarillado (Sectores 83B,212A,212B); PAQUETE B-5: Redes  
Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado (Sectores 213,  
259,345,368A, 369A).  
a) Carta N°375-2018-LNII-CI-LOTE3-JAS

De nuestra consideración:

Mediante la presente me es grato dirigirme a usted, en relación a la carta de la referencia a), donde en su primer párrafo se hace mención respecto a la rehabilitación de tuberías de agua potable de material PVC Norma ITINTEC y Asbesto Cemento y en su segundo párrafo se indica que se deberá previo a la rehabilitación de las conexiones de agua potable, rehabilitar la tubería existente por tuberías de polietileno HDPE en una longitud de 2 km., al respecto solicitamos nos aclaren que lo indicado en el asunto en mención se refiere a la rehabilitación de conexiones domiciliarias de agua potable en tuberías existentes de material PVC Norma ITINTEC y de Asbesto Cemento, y que de acuerdo a lo indicado en reunión del día 17.05.2018 en las oficinas de SEDAPAL con participación del Equipo de Proyectos Especiales y el Comité de Inspección estas se tendrían que dejar de rehabilitar en obra; en razón de incrementar la rehabilitación de redes existentes de agua potable de material PVC ITINTEC, por tuberías nuevas de HDPE con sus respectivas conexiones domiciliarias según especificaciones técnicas del proyecto, en una longitud de 2 km.

De lo señalado se solicita nos CONFIRMEN que también se dejarían de rehabilitar conexiones domiciliarias de agua potable en redes existentes de Asbesto Cemento.

Con respecto a lo indicado líneas arriba es importante aclarar que los materiales de abrazaderas para la rehabilitación de conexiones domiciliarias de agua potable en redes existentes de PVC y Asbesto Cemento ya han sido instalados en algunos sectores y adquiridos para obra aprox. en un 60 % de su totalidad, por lo que se solicita nos indiquen como se va a reconocer el saldo de abrazaderas compradas que falta instalar, o caso contrario instruirnos cual es el procedimiento a seguir en estos casos.

Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

En esta carta se le indica a Sedapal que se encontraron tuberías de PVC de Norma Itintec y que debido a una compra masiva de abrazaderas al 60% para la ejecución de trabajos se les solicita se les de la instrucción de cómo se procederá en este tipo de

actividad ya que si no les permitían cambiar las redes estas conexiones no se podrían ejecutar de acuerdo al expediente técnico.

Después de emitida la carta a Sedapal, nos dan el visto bueno para los trabajos de rehabilitación de las redes de agua potable por el método sin zanja debido a que este tipo de método es una forma más rápida y reduciendo el costo en comparación con el método convencional ya que sería una inversión no contemplado por Sedapal.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Para el objetivo N°1.

#### 4.1.1. Procedimiento constructivo Método Pipe Bursting

- **Trabajos preliminares**

Antes de iniciar los trabajos en la zona, como toda actividad ejecutada en un territorio distrital se deberá solicitar los permisos de trabajo correspondientes.

Una vez obtenido este permiso, se procede este método con la ejecución de calicatas e identificar cada una de las interferencias de redes existentes, así mismo se ubicarán los hidrantes, válvulas, accesorios de hierro dúctil que se encuentren en la zona 9 del sector 83B. Cabe resaltar que tanto en ambos métodos es obligatorio hacer charlas de seguridad antes de iniciar las actividades.

Figura N° 21. Trabajos de ubicación de interferencias y accesorios.



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

- **Trabajos provisionales**

Una vez obtenida la información procederemos con la habilitación de materiales para las tuberías provisionales que llevarán agua a los domicilios durante el proceso de

cambio de tuberías. Estas tuberías provisionales de acuerdo a las especificaciones técnicas para otra zona ubicada en el mismo sector nos proponían hacer usar de una tubería HDPE de diámetro de 50mm.

Para iniciar este trabajo se deberá programar el corte de servicio de agua potable de la zona, teniendo listo todo el tendido de las tuberías provisionales por toda la zona 9 e identificando todas las conexiones domiciliarias que existen para que ninguna persona se quede sin el servicio de agua. Cortado el agua potable se sigue con el corte de tuberías y colocación de taponés y válvula mariposa en los puntos claves para alimentar el agua que ira por toda la red provisional.

Figura N° 22. Válvula Mariposa



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Figura N° 23. Tubería provisional de Agua Potable



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

- **Abastecimiento de materiales**

Una vez realizado esto se procede con la solicitud de materiales al almacén central de las tuberías de agua potable.

Figura N° 24. Entrega de materiales



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Se recomienda por temas de calidad que los ingresos deberán encontrarse tapados para que no tenga contacto con partículas de polvo y material contaminante.

Figura N° 25. Tapado de tuberías



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

- **Proceso de instalación**

Se dejará las tuberías termofusionadas de acuerdo a longitud programada para hacer el cambio de las tuberías antiguas, ya que estos solo pueden ser ingresadas en línea recta y cabe resaltar que para la colocación de accesorios o empalmes se tendrá que hacer excavaciones puntuales para estos trabajos.

Figura N° 26. Termofusión de tuberías



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Una vez termofusionada las tuberías se dará inicio con las excavaciones de las ventanas de fragmentación por donde se ingresará y saldrá la nueva tubería.

Para el caso de la tubería de agua potable en este sector se usó la máquina de fragmentación de tipo estático en el cual se introduce la tubería a través de las barras de fragmentación.

Se tiene que tener en cuenta que este tipo de cambio solo llevar la tubería de un punto a otro, por tal motivo antes del inicio de la fragmentación se deberá haber retirado todas las válvulas e hidrantes existentes que se encuentran en la red ya que al fragmentar y arrastrar la tubería antigua puede provocar que el cabezal se atore y deje de avanzar.

Después de previsto esto se dará inicio a la colocación de la maquina pipebursting en una ventana de aproximadamente de 3.00m x 1.50m el descenso a la ventana será a través de un camión grúa, retroexcavadora, previamente se tendrá nivelada la plataforma de la excavación y se tomara todas las medidas de seguridad.

Figura N° 27. Instalacion de maquina Pipe Bursting



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Una vez instalada la máquina, el operador comienza el proceso de introducir las barras de acero.

La unión de barras se realizará en forma manual y luego mecánico, verificando que estén correctamente unidas entre sí.

Se introducirá la cantidad de barras según la cantidad de metros de tubería a cambiar.

Una vez que la primera barra de acero aparezca en el otro extremo de la tubería existente, se le colocara el adaptador y luego las herramientas cortadoras y el cabezal de rotura.

Después de ello se colocará la maquina en retroceso y se procederá a retirar las barras una a la vez hasta que la tubería llegue a la máquina.

Figura N° 28. Fragmentación terminada



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3).

Durante el proceso de instalación se usará polines los cuales tienen como función guiar la tubería por encima del terreno.

Figura N° 29. Polines de arrastre



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3).

Terminado el proceso de instalación de la red de agua potable se comenzará con la excavación de las zanjas para la instalación de las conexiones domiciliarias.

Figura N° 30. Excavación de conexiones



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Cada usuario de acuerdo a la base de datos por Sedapal se deberá tener su conexión de agua potable y se informará en caso se haya encontrado conexiones clandestinas en el proceso de ejecución.

Figura N° 31. Instalación de abrazaderas



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Estas abrazaderas se darán inicio en la red hasta la conexión final en la caja termoplástica de agua potable. Resaltar que como empresa solo estamos habilitados para hacer conexiones de la caja hacia la red mas no ingresar a los domicilios.

Así mismo a medida que una cuadrilla se encarga de las conexiones domiciliarias otras cuadrillas se encargaran de los empalmes de accesorios en los cruces como Tee, Cruz, codos, válvulas e instalación de hidrantes.

Figura N° 32. Instalación de Hidrantes, Válvulas, Cruz y Tee



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

- **Proceso Post-instalación**

Finalizado el proceso de instalación de la tubería HDPE, según las especificaciones técnicas del proyecto y con la finalidad de detectar alguna anomalía que pueda afectar cuando estas redes se pongan en servicio se realiza la inspección televisiva a través de toda la red instalada.

Del mismo modo para dar conformidad de la correcta instalación y aprobación de la supervisión se procedía a pasar dos pruebas hidráulicas el cual asegura la hermeticidad de la estructura sin ningún tipo de filtración.

Según las especificaciones técnicas del proyecto nos solicitaban que para la aprobación de estas tuberías deberían soportar una presión de 225 psi o 15 bares a nivel de red y una vez instalado las conexiones deberían soportar otra prueba hidráulica a 150 psi o 10 bares, pero esta segunda prueba el agua a usarse deberá contar con hipoclorito de sodio para la desinfección de las tuberías ante cualquier contaminante que se encuentre en ella.

Estas presiones se verificarán con el manómetro calibrado y con la presencia del supervisor asignado para dar la conformidad y aprobación de la misma.

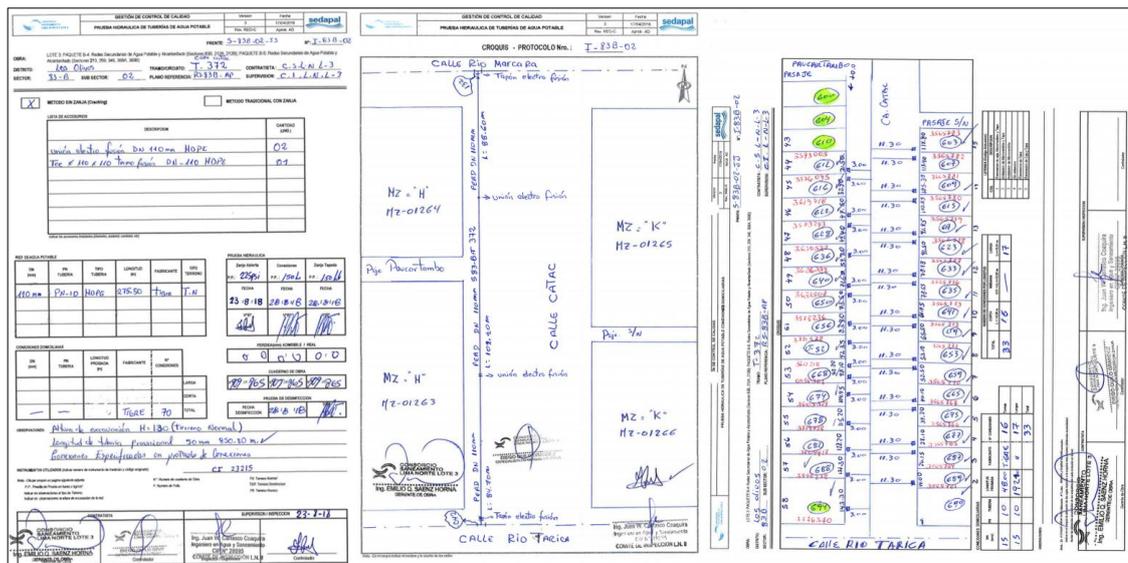
Figura N° 33. Prueba Hidráulica



Fuente: (Empresa Consorcio San Martín)

Finalmente, para la constatación de que la prueba fue aprobada por la supervisión, ellos deberán firmar el registro de pruebas, donde se detalla los datos de la tubería como ubicación, diámetro, tipo de material, longitud instalada, prueba hidráulica, cantidad de conexiones, accesorios utilizados y longitud de tubería provisional usada.

Figura N° 34. Protocolo de registro y control de calidad



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Finalmente, para terminar la actividad solo se procederá a cerrar las ventanas de fragmentación correctamente compactados y haciendo una limpieza menor de material excedente que pudiese generar por las ventanas y proseguir en los siguientes tramos.

#### 4.1.2. Procedimiento constructivo Método tradicional

El método tradicional o también llamado método con zanja es la más usada a nivel de rehabilitación de redes tanto de agua potable como alcantarillado

- **Trabajos preliminares**

Entre los procedimientos preliminares este método es similar al método pipebursting ya que se deberá de hacer las excavaciones de calicatas e identificación de

interferencias de redes existentes como gas, redes de agua y alcantarillado, cables eléctricos y fibra óptica.

Del mismo modo se informará al área de tránsito del consorcio para que haga las gestiones correspondientes con las municipalidades y hagan el recorrido de calles para identificar los posibles desvíos de vehículos.

- **Abastecimiento de materiales**

Del mismo modo los materiales a usarse en la rehabilitación se solicitarán al almacén central.

Estos tubos del mismo modo tienen que ser cubiertos los ingresos con plástico para evitar el paso de material contaminante o tierra producto de las excavaciones.

- **Proceso de instalación**

Como pasos previos a la excavación se dará una charla de seguridad dando la información necesaria para evitar accidentes que pudieran presentarse durante los trabajos. Y también se le solicitará a las cuadrillas de trabajos dependiendo de la actividad que se les designe deberán llenar sus formatos de ATS los cuales son unos formatos para análisis de trabajo seguro.

Figura N° 35. Charla de seguridad



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Después de terminada la charla se procederá a colocar señalizaciones de desvíos como se también se empezará a colocar todas las medidas de seguridad para aislar la zona de trabajo de los peatones.

En caso, en la zona de trabajo se encuentren áreas verdes estas se deberán de cubrir para que a la hora de las excavaciones no se maltraten.

Figura N° 36. Cuidado del medio ambiente



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Cabe resaltar que el consorcio cuenta con las normas internacional ISO 9001, 14001 y 45001 es por ello que como consorcio velábamos por la calidad, medio ambiente y seguridad.

Previsto esto, se procedía con el corte del pavimento y se continuaba con la excavación de la zanja con ayuda de la retroexcavadora. Estas excavadoras siempre deberán contar con su vigía debido a que la visión del operador no es en 360° y también poder habilitar el paso a peatones o vehiculos dependiendo en la zona que se encuentren.

Figura N° 37. Trabajos de excavación



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Durante las excavaciones se deberá tener mucho cuidado con las interferencias que se pudieran encontrar como gas, cables eléctricos o hasta las mismas conexiones domiciliarias.

En el método tradicional no se cuenta con tuberías provisionales que mantienen el servicio del agua a los usuarios, por ello la instalación de la nueva tubería deberá colocarse de forma paralela y esperar a completar los tramos necesarios para hacer los empalmes correspondientes para dar servicio a la red nueva.

Terminada la excavación se deberá tener listo la tubería nueva soldada con anticipación para no tener contratiempos en su colocación en la zanja.

Antes de tender la tubería a diferencia del método pipebursting este método según las especificaciones técnicas se solicitan que se debe colocar una cama de apoyo de 10cm para colocar esta tubería.

Figura N° 38. Colocación de cama de apoyo



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Seguido de ello se introducirá la tubería y se colocara todos los accesorios que se necesiten para su correcta instalación, estos accesorios a modo de facilidad de instalación se hacen con electrofusión.

Figura N° 39. Colocación de cama de apoyo e instalación



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Terminado de instalada la red se procederá con la instalación de válvulas, conexiones domiciliarias y grifos contra incendio según mande el proyecto.

Luego de ello se procederá a cubrir la tubería de agua con 30 cm por encima del lomo del tubo con el mismo material usado como cama de apoyo.

Y se comenzará con el tapado de la misma por capas, las cuales según especificaciones técnicas no deberá superar los 20cm empleando material propio seleccionado, cada capa será convenientemente compactada, empleándose como único medio los vibro pisones, hasta obtenerse un porcentaje de compactación del 95% para área sin tráfico vehicular y de 98% para áreas con tránsito vehicular. Dicho procedimiento se realizará hasta llegar a 25cm por debajo del nivel de pavimento.

Figura N° 40. Pruebas de compactación



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

- **Proceso Post- instalación**

Del mismo modo que el método Pipebursting, se deberá pasar las 2 pruebas hidráulicas antes y después de instalado las conexiones, asegurando la hermeticidad de las tuberías y antes de hacer los empalmes a las redes existentes para ponerlas en servicio.

Para dar conformidad a estas instalaciones se hará firmar las pruebas hidráulicas en los protocolos de registros y control de calidad como en la figura N° 34.

Terminado estas pruebas se procederá con los empalmes a las redes existentes las cuales pondrán en servicio las nuevas redes de agua potable y asegurando el consumo de los usuarios.

Para este empalme se solicitará a Sedapal el corte de servicio en la zona, el cual será por única vez dependiendo a las fallas que pudiesen presentarse en los empalmes ejecutados.

Figura N° 41. Empalmes para puesta en servicio



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3).

Culminado con los empalmes en la zona se procederá a informar a Sedapal y comience con la apertura del reservorio y empezar a llenar las redes de agua, esta apertura será progresiva a modo de prevenir aniegos en caso tenga alguna falla los empalmes.

Al confirmar la operatividad de las redes sin ningún inconveniente se procederá con los cierres de las ventanas de empalme y su correcta compactación.

Figura N° 42. Proceso y prueba de conformidad de compactación.



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3).

Una vez culminado las labores de relleno y compactación de toda la zona de trabajo se procederán con el acopio y eliminación del material excedente de los tramos, esto con el fin de mitigar los impactos ambientales y sociales, minimizando de esta forma las molestias a los usuarios y mejorando la satisfacción del cliente.

Figura N° 43. Limpieza y acopio de material



Fuente: (Empresa Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 3)

Culminado esta actividad todo el personal es retirado de la zona a continuar otros trabajos. En caso se presentará alguna falla o problema en las redes, los usuarios llamaran al área de asistencia social del consorcio y se retornaría con una pequeña cuadrilla dependiendo el asunto de reclamo.

Así mismo, una vez terminada de forma general en toda la zona de trabajo se solicitará a la municipalidad de los olivos una visita a campo con su personal de fiscalización, a fin de que nos emitan una carta de conformidad donde se asegure que se cumplió con todas las reposiciones de asfaltado, veredas y limpieza en general. Con este documento nosotros como consorcio aseguramos que cumplimos con todos los trabajos y se dejó la zona en buenas condiciones en caso se presentase algún problema en la zona y deslindar responsabilidades externas a otras empresas que se pudiesen encontrar trabajando en la misma zona.

#### 4.1.3. Comparativo de ventajas y desventajas del método Pipe Bursting y método tradicional.

Tabla N° 2. Ventajas y desventajas del método Pipe Bursting

METODO PIPE BURSTING	
Ventajas	Desventajas
Reducción de costos al no generar zanjas abiertas	No es recomendable instalar en redes con napa freática
Mayor metrado en instalación de redes rehabilitadas	En el caso de instalación de tuberías de mayor diámetro el terreno deberá ser compresible para su correcto desplazamiento durante la instalación
Mínima generación de incomodidad a los peatones	
Mínimo impacto ambiental	Atascamiento del cabezal durante el procedimiento producto de arrastre accesorios encontrados en las tuberías de agua potable
Reducción de riesgo en la seguridad de trabajadores	
Disminución en los trabajos de limpieza	Las conexiones domiciliarias tendrán que ser instalados por el método tradicional haciendo excavaciones
Se emplea ante cualquier tubería sin importar el material	
Reducción en los tiempos de trabajos	
Mínimo personal para los trabajos de ejecución	La incorrecta instalación de tuberías podría provocar hundimientos en el pavimento generando gastos no previstos
No genera tráfico vehicular por cierre de calles	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 3. Ventajas y desventajas del Método Tradicional

METODO TRADICIONAL	
Ventajas	Desventajas
Utilizado para cualquier diámetro de tubería	Mayor costo al generar zanjas
Operarios con mayor experiencia en este método	Menor metrado de instalación en una jornada de trabajo
	Mayor impacto ambiental
Menor posibilidad de hundimientos en el pavimento	Mayor incomodidad a los peatones
	Mayores trabajos de limpieza
Las conexiones domiciliarias pueden ser colocadas después de la instalación	Mayores riesgos ante temas de seguridad
	Mayor personal para trabajos de ejecución
Recomendable para tuberías que se encuentran en terrenos con napa freática	Congestionamiento de tránsito vehicular por cierre de calles
	Mayor tiempo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Para el objetivo N° 2.

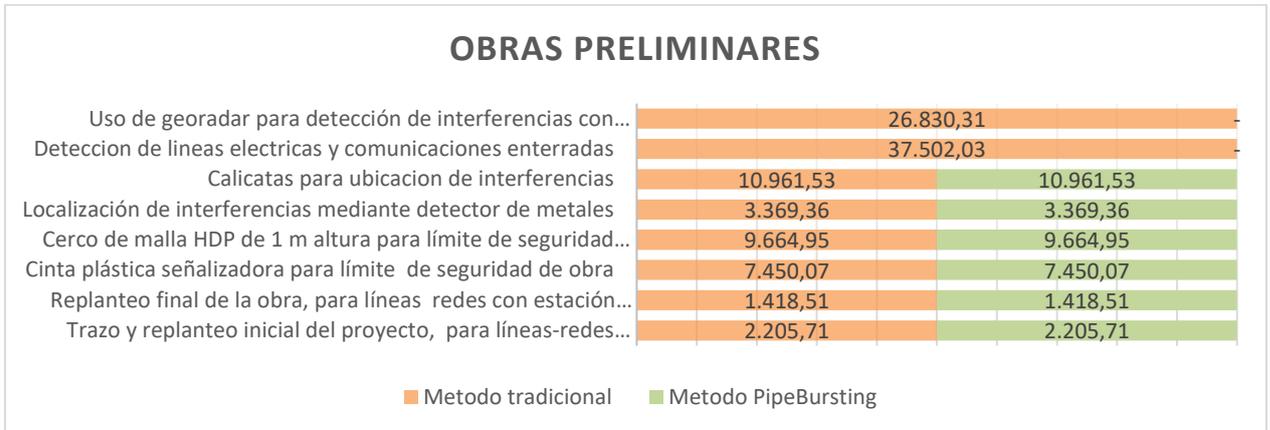
##### 4.2.1. Presupuesto comparativo entre ambos métodos.

Tabla N° 4. Calculo de costos directos entre obras preliminares, rotura y reposición de pavimentos.

ACTIVIDAD	UND	PRECIO UNITARIO	METODO TRADICIONAL		METODO PIPE BURSTING	
			METRADO	PARCIAL	METRADO	PARCIAL
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>						
Trazo y replanteo inicial del proyecto, para líneas-redes con estación total	km	438.51	5.03	2,205.71	5.03	2,205.71
Replanteo final de la obra, para líneas redes con estación total	km	282.01	5.03	1,418.51	5.03	1,418.51
Cinta plástica señalizadora para límite de seguridad de obra	m	0.74	10,067.66	7,450.07	10,067.66	7,450.07
Cerco de malla HDP de 1 m altura para límite de seguridad de obra - SEDAPAL	m	0.96	10,067.66	9,664.95	10,067.66	9,664.95
Localización de interferencias mediante detector de metales	und	33.36	101.00	3,369.36	101.00	3,369.36
Calicatas para ubicación de interferencias	und	108.53	101.00	10,961.53	101.00	10,961.53
Detección de líneas eléctricas y comunicaciones enterradas	m	7.45	5,033.83	37,502.03	-	-
Uso de georadar para detección de interferencias con servicios existentes	m	5.33	5,033.83	26,830.31	-	-
<b>ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS</b>						
Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminacion desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	68.31	2,971.83	203,005.84	172.80	11,803.97
Rotura, ED y reposición de pavimento rígido f'c 210 kg/cm2 de e= 6"	m2	93.00	332.23	30,897.02	25.20	2,343.60

Fuente: Elaboración propia

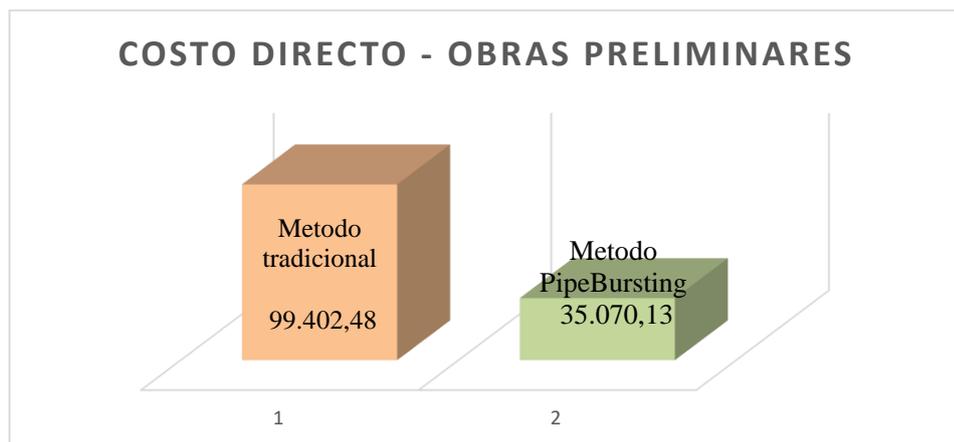
Figura N° 44. Comparación de costos de partidas – Obras preliminares



Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la figura N°44. Se puede verificar que 6 de 8 partidas que involucran la actividad de obras preliminares llevan un monto igual en costo directo. Para el caso de las 2 primeras partidas se puede observar que solo el método tradicional cuenta con costo directo debido a que tales partidas no son consideradas en el método Pipe Bursting ya que este método no es necesario abrir zanja en la misma red principal.

Figura N° 45. Costo directo total – Obras preliminares.



Fuente: elaboración propia

En la figura N°45. Se observa que el costo directo de la actividad para el método tradicional tiene un monto de S/. 99,402.48 y para el método Pipe Bursting un monto de S/. 35,070.13, logrando una diferencia de S/. 64,332.35.

Figura N° 46. Comparación de costos de partidas – Rotura y reposición de pavimentos

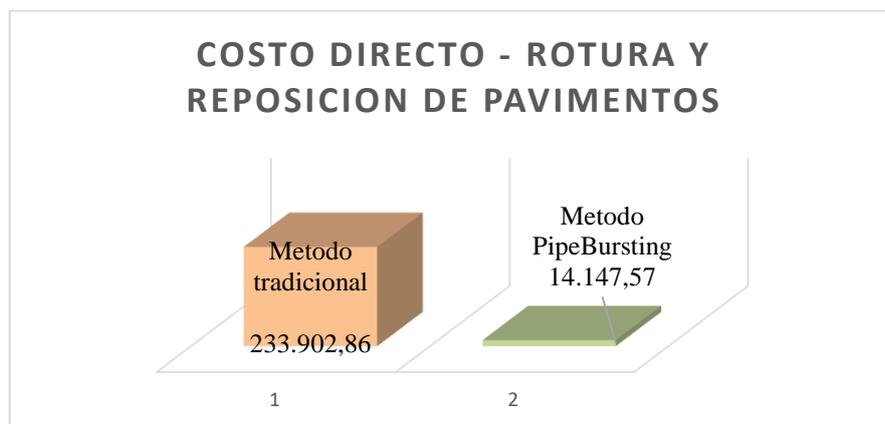


Fuente: elaboración propia

Para el caso de rotura y reposición de pavimentos ambas partidas cuentan con montos distintos, siendo mayor en costo el método tradicional esto debido a que cuenta con mayor metrado de rotura y reposición de asfaltado al generar zanjas a la hora de las actividades.

Para el caso del método Pipe Bursting el monto es menor ya que las zanjas realizadas serán para las ventanas de fragmentación e instalación de tuberías.

Figura N° 47. Costo directo total – Rotura y reposición de pavimentos.



Fuente: elaboración propia

En la figura N° 47. demuestra que para el método tradicional cuenta con un monto de S/. 233,902.86 y el método Pipe Bursting con un monto de S/. 14,147.57 debido a que el corte y reposición tomados en cuenta en esta partida será el corte para las ventanas de fragmentación, logrando una diferencia S/. 219,755.29.

Tabla N° 5. Comparativo entre Mov. de tierras, suministro de tubería y accesorios e instalación y accesorios.

ACTIVIDAD	UND	PRECIO UNITARIO	METODO TRADICIONAL		METODO PIPE BURSTING	
			METRADO	PARCIAL	METRADO	PARCIAL
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
Excav. zanja (pulso) p/tub. terr-normal DN 110 mm - 160 mm de 1,01 m a 1,25 m prof.	m	24.65	2,084.99	51,395.00	-	-
Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 110 mm - 160 mm de 1,26 m a 1,50 m prof.	m	9.71	2,948.84	28,633.24	-	-
Relleno comp.zanja(pulso) p/tub t-normal DN 110 mm - 160 mm de 1,01 m a 1,25 m prof.	m	27.81	2,084.99	57,983.57	-	-
Relleno comp.zanja (máq) p/tub. t-normal DN 110 mm - 160 mm de 1,26 m a 1,50 m prof.	m	37.58	2,948.84	110,817.41	-	-
Refine y nivel de zanja terr-normal para tub. DN 110 mm - 160 mm para toda profund.	m	2.51	5,033.83	12,634.91	-	-
Acarreo de desmonte (pulso) p/tub.DN 110 mm - 160 mm t. normal en zona alledaña	m	5.60	5,033.83	28,189.45	-	-
<b>SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS</b>						
Suministro de tubería PEAD, (145 PSI - SDR 17) DN 110 mm ( incl. desperd. 3%)	m	16.08	3,615.03	58,129.68	3,615.03	58,129.68
Suministro de tubería PEAD, (145 PSI - SDR 17) DN 160 mm ( incl. desperd. 3%)	m	33.62	1,418.80	47,700.06	1,418.80	47,700.06
Suministro de tubería PEAD, (145 PSI - SDR 17) DN 50 mm para suministro provisional	m	2.95	-	-	5,033.83	14,849.80
<b>INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS</b>						
Instalación tub. polietileno p/agua pot. DN 110 mm incluye prueba hidráulica	m	8.01	3,615.03	28,956.39	-	-
Instalación tub. polietileno p/agua pot. DN 160 mm incluye prueba hidráulica	m	10.35	1,418.80	14,684.58	-	-
Instalacion de tubería sin zanja DN 110 mm para agua	m	57.14	-	-	3,615.03	206,562.81
Instalacion de tubería sin zanja DN 160 mm para agua	m	74.13	-	-	1,418.80	105,175.64
Instalación y retirada tub. polietileno p/agua pot. DN 50 mm para suministro provisional	m	1.90	-	-	5,083.83	9,659.28

Fuente: Elaboración propia.

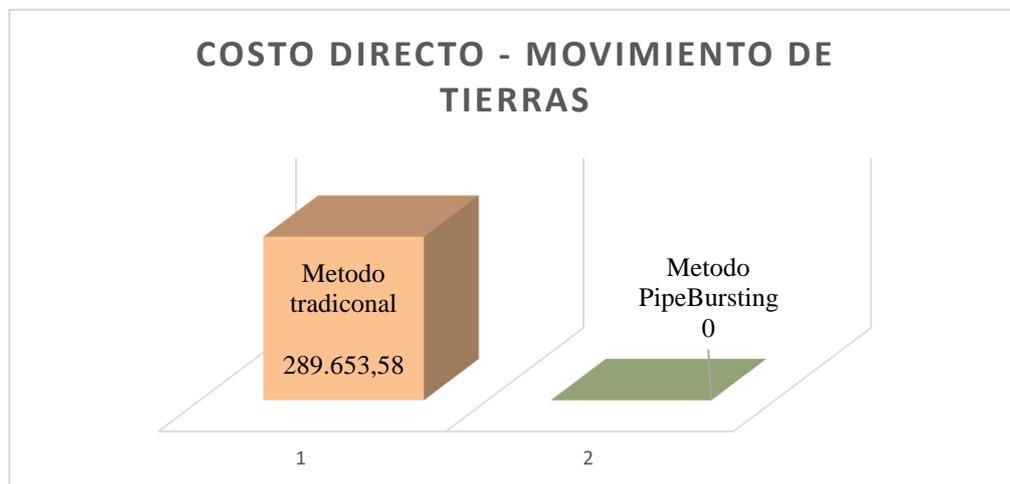
Figura N° 48. Comparación de costos de partidas – Movimiento de tierras.

MOVIMIENTO DE TIERRAS	
	Metodo tradicional
ACARREO DE DESMONTE (MAQ) P/TUB.DN 110...	28.189,45
REFINE Y NIVEL DE ZANJA TERR-NORMAL PARA...	12.634,91
RELLENO COMP.ZANJA (MÁQ) P/TUB. T-NORMAL...	110.817,41
RELLENO COMP.ZANJA(MAQ) P/TUB T-NORMAL...	57.983,57
EXCAVAC. ZANJA (MÁQ.) P/TUB. TERR-NORMAL...	28.633,24
EXCAV. ZANJA (MAQ) P/TUB. TERR-NORMAL DN...	51.395,00

Fuente: elaboración propia

En la figura N° 48. Se observa que el método tradicional genera mayor costo debido a las excavaciones para instalación de tuberías. En el caso del método Pipebursting las excavaciones realizadas para la fragmentación están incluidas en el precio unitario de instalación de tuberías como sub-partidas.

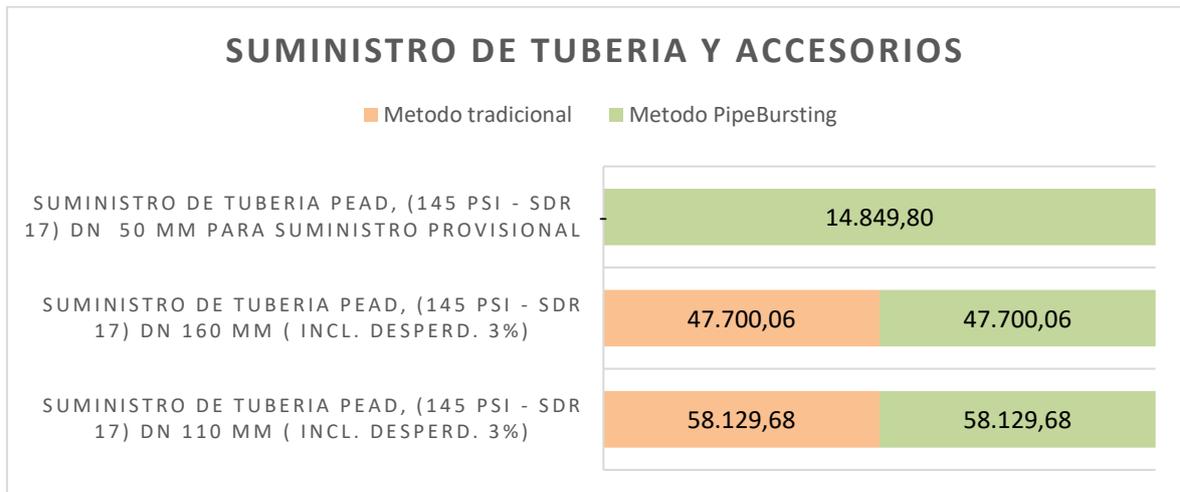
Figura N° 49. Costo directo total – Movimiento de tierras.



Fuente: elaboración propia

Entonces de acuerdo a los precios analizados por partida para movimiento de tierras para el método tradicional se tendrá S/. 289,653.58.

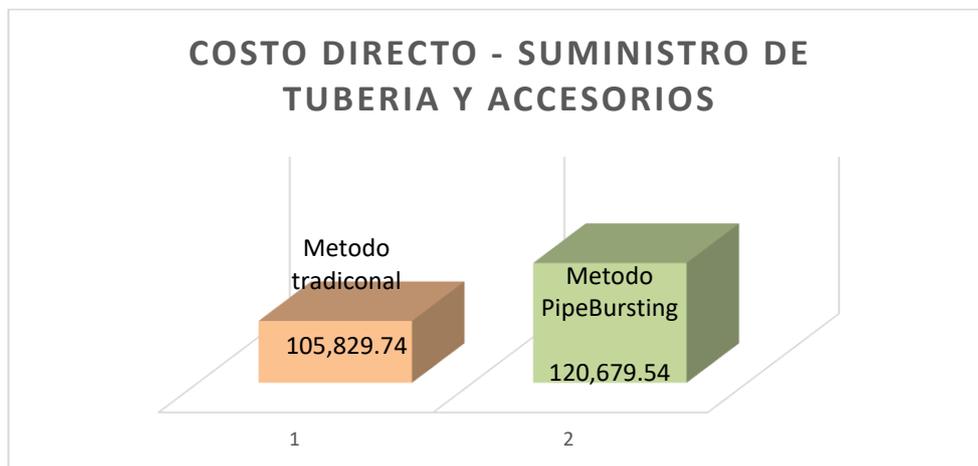
Figura N° 50. Comparación de costos de partidas – Suministro de tubería y accesorios.



Fuente: Elaboración propia.

Para la figura N° 50. Se visualiza que 2 de 3 partidas mantienen el mismo monto ya que para ambos métodos se busca instalar la misma cantidad de metros lineales y solo en el caso de la partida suministro de tubería provisional genera costo para el método pipebursting.

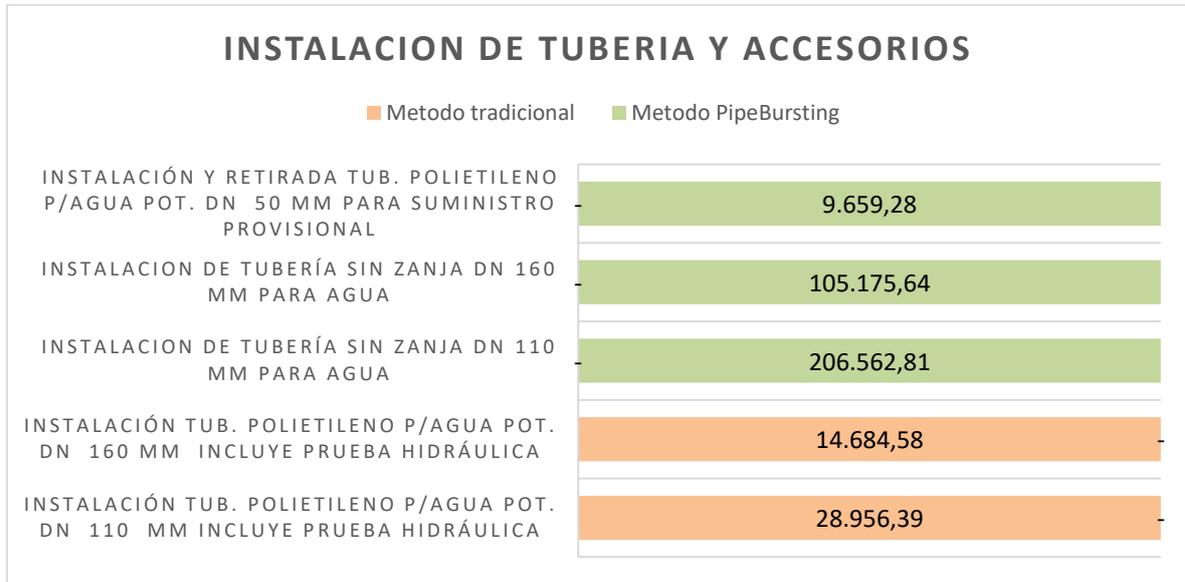
Figura N° 51. Costo directo total – Suministro de tubería y accesorios.



Fuente: Elaboración propia.

La figura N° 51. Nos muestra que en costo directo para la actividad de suministro de la tubería el método tradicional tiene un monto de S/. 105,829.74 y para el método pipebursting S/. 120,679.54, generando una diferencia de S/. 14,849.80.

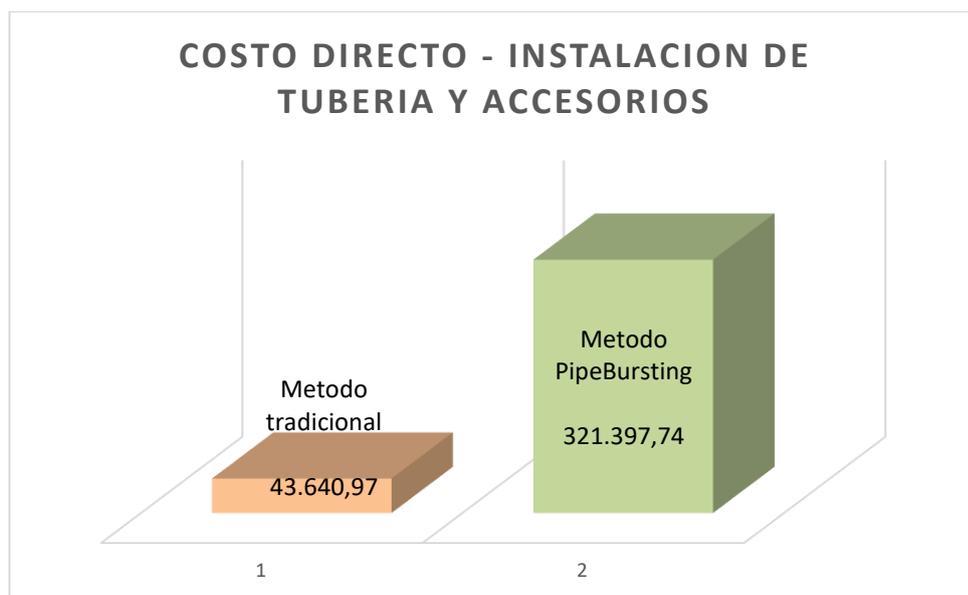
Figura N° 52. Comparación de costos de partidas – Instalación de tubería y accesorios.



Fuente: Elaboración propia.

Para la figura N° 52. se observa que para el método pipe bursting se considerarán 3 partidas incluida la instalación de la tubería provisional y en el caso del método tradicional solo serán 2 partidas ya que el tradicional se instalara de forma paralela sin la necesidad de cortar el servicio existente a los usuarios.

Figura N° 53. Costo directo total – Instalación de tubería y accesorios



Fuente: Elaboración propia.

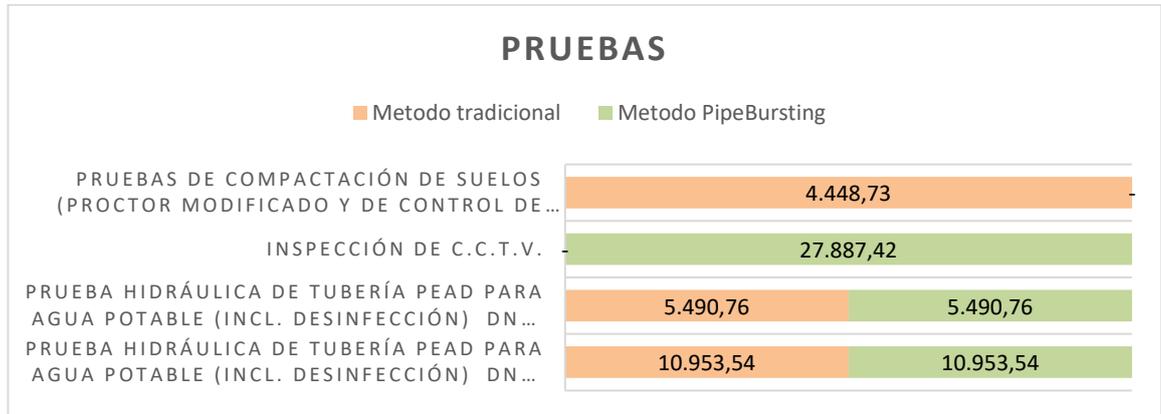
En la figura N° 53. Se observa que el costo directo para el método tradicional tiene un costo de S/ 43,640.97 y para el método Pipebursting se tendrá un monto de S/. 321,397.74 haciendo una diferencia de S/. 277,756.76, esto debido a que el precio unitario involucra la fragmentación de tubería, instalación y alquiler del equipo del equipo de fragmentación.

Tabla N° 6. Comparativo entre pruebas y empalmes.

ITEM	ACTIVIDAD	UND	PRECIO UNITARIO	METODO TRADICIONAL		METODO PIPE BURSTING	
				METRADO	PARCIAL	METRADO	PARCIAL
<b>PRUEBAS</b>							
25	Prueba hidráulica de tubería PEAD para agua potable (incl. desinfección) DN 110 mm	m	3.03	3,615.03	10,953.54	3,615.03	10,953.54
26	Prueba hidráulica de tubería PEAD para agua potable (incl. desinfección) DN 160 mm	m	3.87	1,418.80	5,490.76	1,418.80	5,490.76
27	Inspección de C.C.T.V.	m	5.54	-	-	5,033.83	27,887.42
28	Pruebas de compactación de suelos (proctor modificado y de control de compactación - densidad de campo) cada 100m	und	87.23	51.00	4,448.73	-	-
<b>EMPALMES</b>							
29	Empalme tipo 102 - tubo PEAD 110 mm - Tubo AC 100 mm	und	154.64	1.00	154.64	1.00	154.64
30	Empalme tipo 132 - tubo PEAD 110 mm - 2 tubos PEAD 160 mm	und	1,049.42	14.00	14,691.88	14.00	14,691.88
31	Empalme tipo 141 - 2 tubos PEAD 110 mm - tubo PEAD 160 mm	und	2,395.16	1.00	2,395.16	1.00	2,395.16
32	Empalme tipo 142 - 3 tubos PEAD 110 mm	und	471.16	23.00	10,836.68	23.00	10,836.68
33	Empalme tipo 145 - 3 tubos PEAD 110 mm	und	1,010.90	5.00	5,054.50	5.00	5,054.50
34	Empalme tipo 266 - 3 tubos PEAD 160 mm	und	817.26	5.00	4,086.30	5.00	4,086.30
35	Empalme tipo 297 - 1 tubo PEAD 110 mm - 3 tubos PEAD 160 mm	und	1,894.89	1.00	1,894.89	1.00	1,894.89
36	Empalme tipo 312 - 2 tubos PEAD 110 mm - 2 tubos PEAD 160 mm	und	2,128.65	7.00	14,900.55	7.00	14,900.55
37	Empalme tipo 512 - 2 tubos PEAD 110mm - tubos PEAD 110mm	und	2,223.22	1.00	2,223.22	1.00	2,223.22
38	Empalme tipo 513 - 2 tubos PEAD 110mm - tubos PEAD 160mm	und	1,857.22	1.00	1,857.22	1.00	1,857.22
39	Anclaje de Concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> para accesorios de PEAD - DN 110 mm - 160 mm (cemento tipo I)	und	194.75	59.00	11,490.25	59.00	11,490.25

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 54. Comparación de costos de partidas – Pruebas

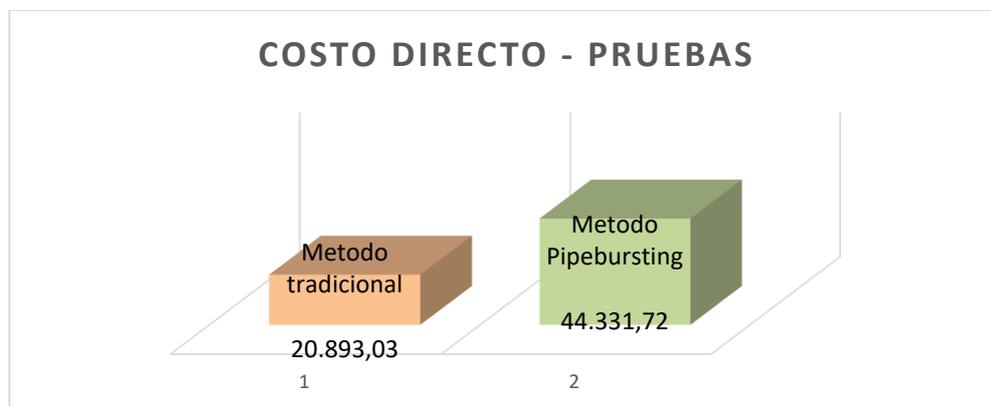


Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de las pruebas hidráulicas en ambos métodos se mantendrán el precio debido a que la actividad cumple la misma función para ambos. En el caso del método pipebursting habrá un costo de S/. 27,887.42 para la inspección televisiva que ayuda a descubrir posibles daños a la tubería al momento de la instalación.

Así mismo la prueba de compactación cuenta con un monto de S/. 4,448.73 para el método tradicional ya que se deberá asegurar las buenas compactaciones de las redes para no generar futuros daños a la tubería o asfaltado en caso de hundimientos.

Figura N° 55. Costo directo total – Pruebas.



Fuente: Elaboración propia.

Para la figura N° 55. Se observa que hay una diferencia de S/. 23,438.69, el cual se obtiene por un costo más alto en el tema de pruebas por el método pipebursting.

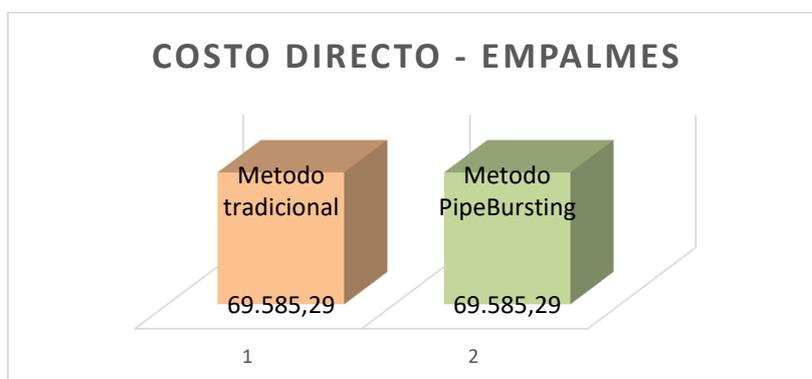
Figura N° 56. Comparación de costos de partidas – Empalmes

EMPALMES		
	Metodo tradicional	Metodo PipeBursting
ANCLAJE DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2...	11.490,25	11.490,25
EMPALME TIPO 512 - 2 TUBOS PEAD 110MM...	1.857,22	1.857,22
EMPALME TIPO 297 - 1 TUBO PEAD 110 MM - ...	2.223,22	2.223,22
EMPALME TIPO 145 - 3 TUBOS PEAD 110 MM	14.900,55	14.900,55
EMPALME TIPO 141 - 2 TUBOS PEAD 110 MM...	1.894,89	1.894,89
EMPALME TIPO 102 - TUBO PEAD 110 MM - ...	4.086,30	4.086,30
	5.054,50	5.054,50
	10.836,68	10.836,68
	2.395,16	2.395,16
	14.691,88	14.691,88
	154,64	154,64

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del cuadro comparativo de empalmes se observa que los montos de cada partida para ambos métodos son iguales. Del mismo modo, la partida de empalmes cuenta con la sub-partida de excavación que está incluido en el precio unitario, pero por experiencia no siempre se excava para los empalmes ya que en el método tradicional se pueden hacer algunos empalmes al momento de abrir las zanjas para la instalación de tuberías y en el caso del método pipebursting las ventanas de fragmentación servirán para algunos empalmes.

Figura N° 57. Costo directo total – Empalmes.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 7. Comparativo entre conexiones domiciliarias.

ITEM	ACTIVIDAD	UND	PRECIO UNITARIO	METODO TRADICIONAL		METODO PIPE BURSTING	
				METRADO	PARCIAL	METRADO	PARCIAL
<b>CONEXIONES DOMICILIARIAS</b>							
40	Conexión domiciliaria corta (L<4m) rehabilitada de agua potable en terreno normal - sistema convencional PEAD DN 15 mm, sin medidor (Incluyendo caja)	und	292.57	466.00	136,337.62	466.00	136,337.62
41	Conexión domiciliaria mediana (10<L<4m) rehabilitada de agua potable en terreno normal - sistema convencional PEAD DN 15 mm, sin medidor (Incluyendo caja)	und	555.88	361.00	200,672.68	361.00	200,672.68
42	Conexión domiciliaria larga (L>10m) rehabilitada de agua potable en terreno normal - sistema convencional PEAD DN 15 mm, sin medidor (Incluyendo caja)	und	802.92	12.00	9,635.04	12.00	9,635.04
43	Suministro de Marco y tapa termoplástica de 1/2" a 3/4" con cerradura magnética y visor de micromedidor	und	17.50	839.00	14,682.50	839.00	14,682.50
44	Instalación de Marco y tapa para medidor DN 15 mm a 20 mm en terreno normal	und	16.94	839.00	14,212.66	839.00	14,212.66
45	Suministro de elementos de control para conexión de agua DN 15 mm	und	28.29	839.00	23,735.31	839.00	23,735.31
46	Instalación elementos de control para conexión agua DN 15 mm - 25 mm	und	6.22	839.00	5,218.58	839.00	5,218.58
47	Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminacion desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	68.31	483.26	33,011.76	483.26	33,011.76
48	Corte+rotura, ED y reposición de vereda rígida f'c 175 kg/cm2	m2	88.69	724.90	64,291.03	724.90	64,291.03

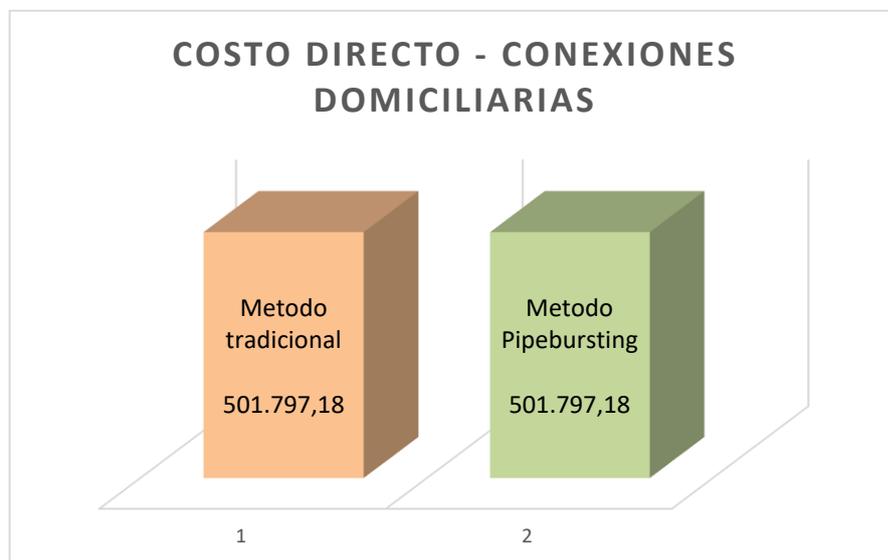
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 58. Comparación de costos de partidas – Conexiones domiciliarias.

CONEXIONES DOMICILIARIAS		
	Metodo tradicional	Metodo Pipebursting
CORTE+ROTURA, ED Y REPOSICIÓN DE VEREDA RÍGIDA F'C 175 KG/CM2	64.291,03	64.291,03
CORTE+ROTURA, ED Y REPOSIC. DE PAVIMENTO FLEXIBLE ASFALTO CALIENTE...	33.011,76	33.011,76
INSTALACIÓN ELEMENTOS DE CONTROL PARA CONEXIÓN AGUA DN 15 MM - 25 MM	5.218,58	5.218,58
SUMINISTRO DE ELEMENTOS DE CONTROL PARA CONEXIÓN DE AGUA DN 15 MM	23.735,31	23.735,31
INSTALACIÓN DE MARCO Y TAPA PARA MEDIDOR DN 15 MM A 20 MM EN...	14.212,66	14.212,66
SUMINISTRO DE MARCO Y TAPA TERMOPLÁSTICA DE 1/2" A 3/4" CON...	14.682,50	14.682,50
CONEXIÓN DOMICILIARIA LARGA (L>10M) REHABILITADA DE AGUA POTABLE EN...	9.635,04	9.635,04
CONEXIÓN DOMICILIARIA MEDIANA (10<L<4M) REHABILITADA DE AGUA...	200.672,68	200.672,68
CONEXIÓN DOMICILIARIA CORTA (L<4M) REHABILITADA DE AGUA POTABLE EN...	136.337,62	136.337,62

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 59. Costo directo total – Conexiones domiciliarias



Fuente: Elaboración propia.

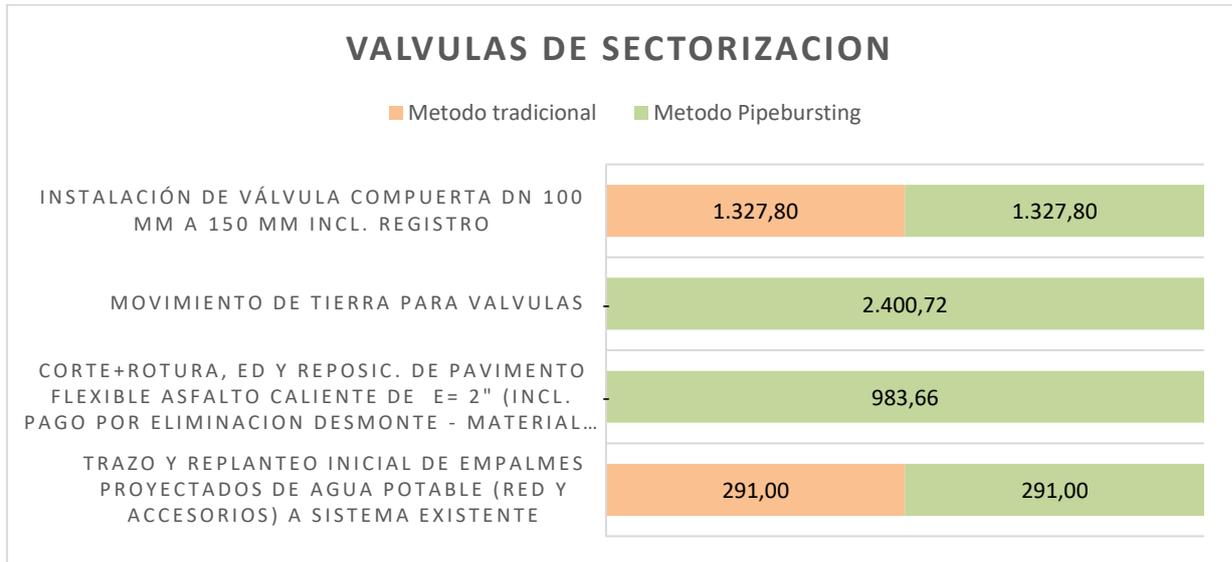
Para las partidas de conexiones domiciliarias para ambos métodos serán la misma ya que el nuevo método es solo a nivel de redes mas no en las conexiones. Las conexiones se deberán ejecutar por el método tradicional generando el mismo costo.

Tabla N° 8. Comparativo entre válvulas de sectorización e hidrantes.

ITEM	ACTIVIDAD	UND	PRECIO UNITARIO	METODO TRADICIONAL		METODO PIPE BURSTING	
				METRADO	PARCIAL	METRADO	PARCIAL
<b>VALVULAS DE SECTORIZACION</b>							
49	Trazo y replanteo inicial de empalmes proyectados de agua potable (red y accesorios) a sistema existente	und	24.25	12.00	291.00	12.00	291.00
50	Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminacion desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	68.31	-	-	14.40	983.66
51	Movimiento de tierra para valvulas	und	200.06	-	-	12.00	2,400.72
56	Instalación de válvula compuerta DN 100 mm a 150 mm incl. registro	und	110.65	12.00	1,327.80	12.00	1,327.80
<b>HIDRANTES</b>							
57	Trazo y replanteo inicial de empalmes proyectados de agua potable (red y accesorios) a sistema existente	und	24.25	5.00	121.25	5.00	121.25
58	Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminacion desmonte - material peligroso a centro autorizado)	m2	68.31	5.00	341.55	5.00	341.55
59	Grifo contra incendio HD DN 110mm	und	1,036.00	5.00	5,180.00	5.00	5,180.00
60	Suministro instalación hidráulica para hidrante DN 100 mm en línea PEAD 110	und	1,543.28	4.00	6,173.12	4.00	6,173.12
61	Suministro instalación hidráulica para hidrante DN 100 mm en línea PEAD 160	und	2,141.68	1.00	2,141.68	1.00	2,141.68
62	Montaje de hidrante DN 100 en línea DN 100 mm a DN 315 mm e instalación hidráulica	und	938.47	5.00	4,692.35	5.00	4,692.35
63	Montaje de accesorios hidráulicos para empalme a línea a rehabilitar PEAD DN 110	und	1,002.77	5.00	5,013.85	5.00	5,013.85
64	Suministro de accesorios hidráulicos para empalme a línea a rehabilitar PEAD DN 110	und	887.38	5.00	4,436.90	5.00	4,436.90
65	Suministro de accesorios hidráulicos para empalme a línea a rehabilitar PEAD DN 160	und	1,485.78	5.00	7,428.90	5.00	7,428.90
<b>COSTO DIRECTO S/.</b>				<b>1,401,853.52</b>		<b>1,147,541.94</b>	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 60. Comparación de costos de partidas – Válvulas de sectorización.

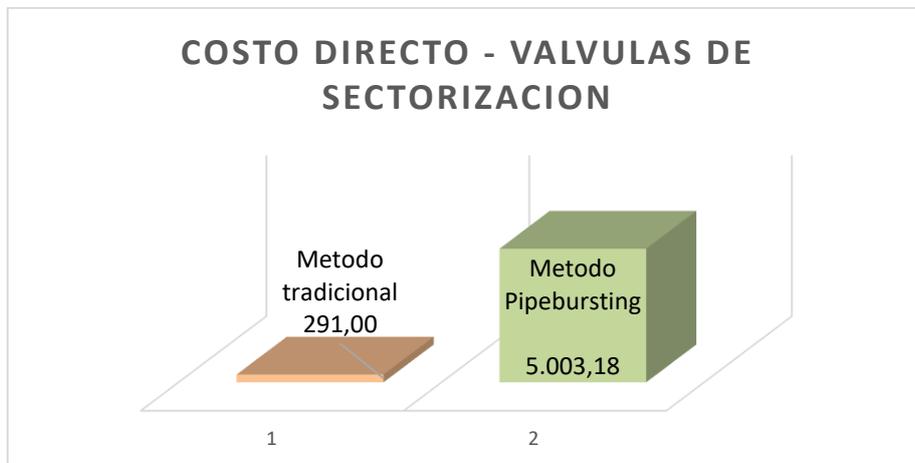


Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del costo directo del trazo y replanteo e instalación de válvulas para ambos métodos será la misma ya que involucra la misma cantidad en la zona.

Para el caso del método pipebursting en las otras 2 partidas habrá un costo directo mayor ya que este método al solo abrir ventanas de fragmentación para la instalación de tuberías se tendrá que hacer excavaciones adicionales para las instalaciones de las válvulas.

Figura N° 61. Costo directo total – Válvulas de sectorización.



Fuente: Elaboración propia.

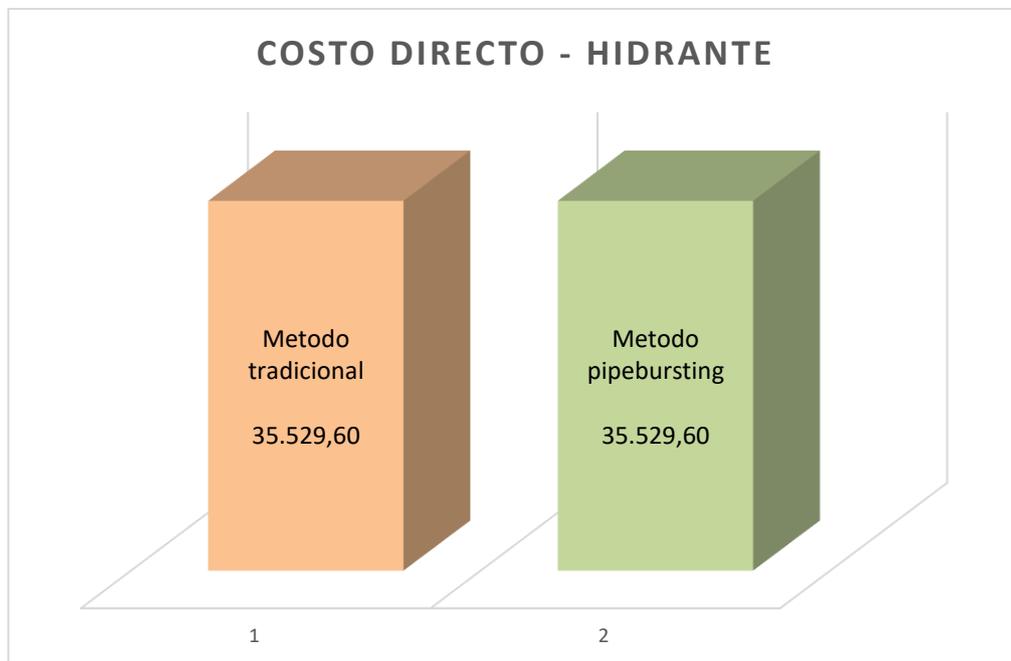
En el método tradicional se tiene S/. 291.00 y en el método pipebursting se tiene un monto de S/. 5,003.18 haciendo una diferencia de S/. 4,712.18.

Figura N° 62. Comparación de costos de partidas – Hidrante.

HIDRANTE		
	Metodo tradicional	Metodo pipebursting
SUMINISTRO DE ACCESORIOS HIDRÁULICOS...	7.428,90	7.428,90
SUMINISTRO DE ACCESORIOS HIDRÁULICOS...	4.436,90	4.436,90
MONTAJE DE ACCESORIOS HIDRÁULICOS PARA...	5.013,85	5.013,85
MONTAJE DE HIDRANTE DN 100 EN LINEA DN...	4.692,35	4.692,35
SUMINISTRO INSTALACIÓN HIDRÁULICA PARA...	2.141,68	2.141,68
SUMINISTRO INSTALACIÓN HIDRÁULICA PARA...	6.173,12	6.173,12
GRIFO CONTRA INCENDIO HD DN 110MM	5.180,00	5.180,00
CORTE+ROTURA, ED Y REPOSIC. DE...	341,55	341,55
TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DE EMPALMES...	121,25	121,25

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 63. Costo directo total – Hidrantes



Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la actividad de instalación de hidrantes el monto generado será la misma para ambos métodos debido a que se tendrá que hacer las excavaciones independientes para los hidrantes.

Tabla N° 9. Comparación de presupuestos entre ambos métodos.

ACTIVIDAD	UND	METODO TRADICIONAL	METODO PIPE BURSTING
		PRESUP. PARCIAL	PRESUP. PARCIAL
OBRAS PRELIMINARES	S/.	99,402.48	35,070.13
ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS	S/.	233,902.86	14,147.57
MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/.	289,653.58	0
SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS	S/.	105,829.74	120,679.54
INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS	S/.	43,640.97	321,397.74
PRUEBAS	S/.	20,893.03	44,331.72
EMPALMES	S/.	69,585.29	69,585.29
CONEXIONES DOMICILIARIAS	S/.	501,797.18	501,797.18
VALVULAS DE SECTORIZACION	S/.	1,618.00	5,003.18
HIDRANTES	S/.	35,529.60	35,529.60
<b>TOTAL S/.</b>		<b>1,358,212.55</b>	<b>1,147,541.94</b>

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla N°9. se observa que el monto de diferencia entre ambos métodos es igual a S/. 210,670.62. demostrando que el precio del método pipebursting es menos costo.

#### 4.3. Para el objetivo N°3

##### 4.3.1. Comparativo de cronogramas de ejecución entre el método pipebursting y método tradicional.

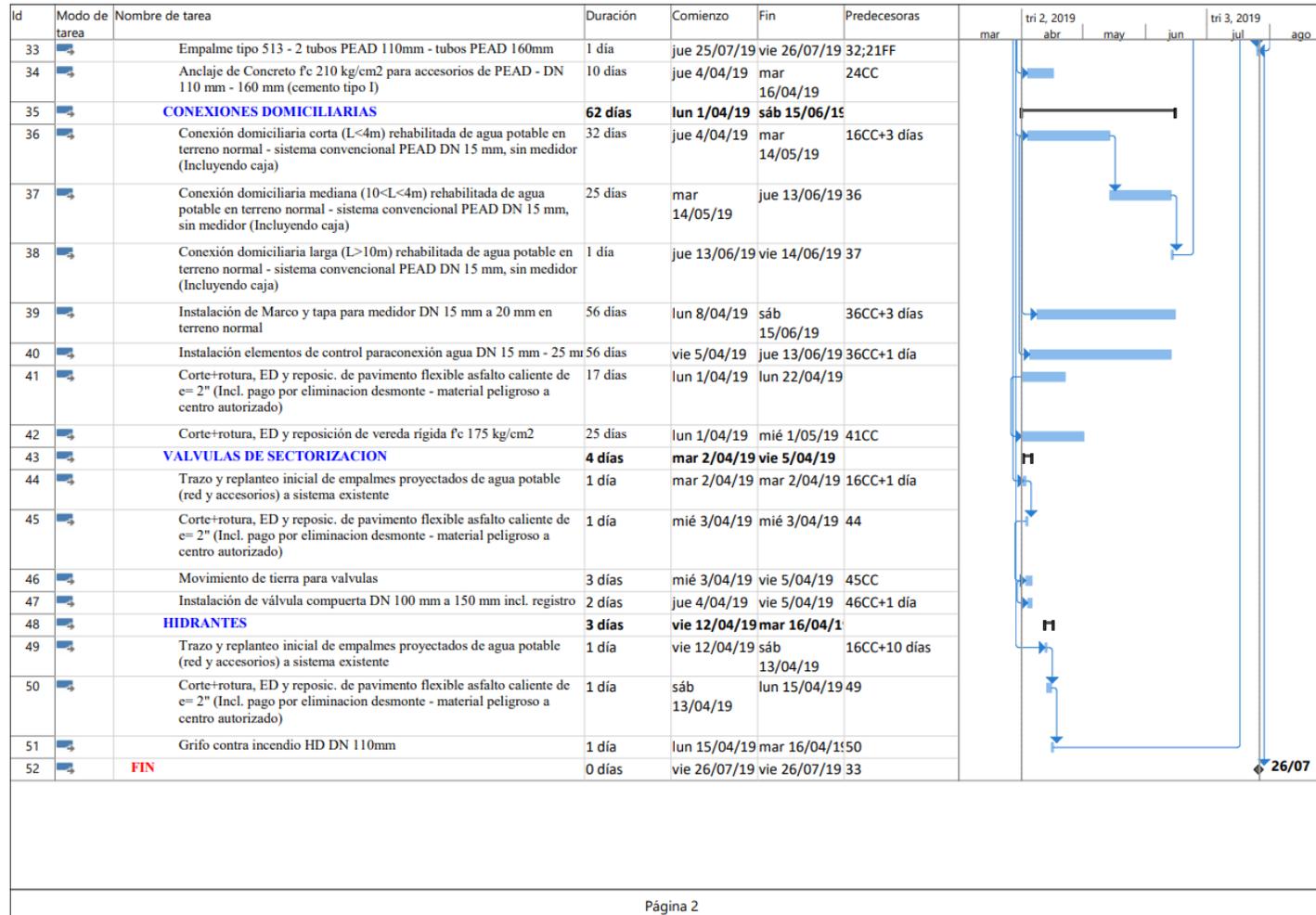
Figura N°64. Cronograma Gantt (1-2) Método Pipe Bursting.

COMPARACION ENTRE EL METODO PIPE BURSTING Y  
EL METODO TRADICIONAL COMO ALTERNATIVA DE  
REHABILITACION DE TUBERIAS DE AGUA POTABLE  
PARA EL SECTOR 83B ZONA 9 DEL PROYECTO LIMA  
NORTE II LOTE 3

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	2019								
							mar	abr	may	jun	jul	ago			
1		<b>SECTOR 83B ZONA 9 METODO PIPE BURSTING</b>	<b>95 días</b>	<b>lun 1/04/19</b>	<b>vie 26/07/19</b>										
2		<b>INICIO</b>	0 días	lun 1/04/19	lun 1/04/19										
3		<b>SECTOR 83B</b>	<b>95 días</b>	<b>lun 1/04/19</b>	<b>vie 26/07/19</b>										
4		<b>RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE</b>	<b>95 días</b>	<b>lun 1/04/19</b>	<b>vie 26/07/19</b>										
5		<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	<b>51 días</b>	<b>lun 1/04/19</b>	<b>lun 3/06/19</b>										
6		Trazo y replanteo inicial del proyecto, para líneas-redes con estación total	17 días	lun 1/04/19	lun 22/04/19	2									
7		Replanteo final de la obra, para líneas redes con estación total	17 días	lun 1/04/19	lun 22/04/19										
8		Cinta plástica señalizadora para límite de seguridad de obra	51 días	lun 1/04/19	lun 3/06/19										
9		Cerco de malla HDP de 1 m altura para límite de seguridad de obra - SEDAPAL	51 días	lun 1/04/19	lun 3/06/19										
10		Localización de interferencias mediante detector de metales	3 días	mié 3/04/19	vie 5/04/19	6CC+2 días									
11		Calicatas para ubicación de interferencias	34 días	mié 3/04/19	mié 15/05/19	6CC+2 días									
12		<b>ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTOS</b>	<b>6 días</b>	<b>mié 15/05/19</b>	<b>mié 22/05/19</b>										
13		Corte+rotura, ED y reposic. de pavimento flexible asfalto caliente de e= 2" (Incl. pago por eliminacion desmonte - material peligroso a centro autorizado)	6 días	mié 15/05/19	mié 22/05/19	11;18									
14		Rotura, ED y reposición de pavimento rígido f'c 210 kg/cm2 de e= 6"	1 día	mié 15/05/19	jue 16/05/19	13CC									
15		<b>INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS</b>	<b>27 días</b>	<b>lun 1/04/19</b>	<b>vie 3/05/19</b>										
16		Instalacion de tubería sin zanja DN 110 mm para agua	19 días	lun 1/04/19	mié 24/04/19	15									
17		Instalacion de tubería sin zanja DN 160 mm para agua	8 días	mié 24/04/19	vie 3/05/19	16									
18		Instalación y retirada tub. polietileno p/agua pot. DN 50 mm para suministro provisional	5 días	lun 1/04/19	vie 5/04/19	6CC									
19		<b>PRUEBAS</b>	<b>68 días</b>	<b>vie 3/05/19</b>	<b>vie 26/07/19</b>										
20		Prueba hidráulica de tubería PEAD para agua potable (incl. desinfección) DN 110 mm	19 días	lun 24/06/19	mié 17/07/19	38FC+7 días									
21		Prueba hidráulica de tubería PEAD para agua potable (incl. desinfección) DN 160 mm	8 días	mié 17/07/19	vie 26/07/19	20;17FF;51									
22		Inspección de C.C.T.V.	17 días	vie 3/05/19	vie 24/05/19	16;17									
23		<b>EMPALMES</b>	<b>92 días</b>	<b>jue 4/04/19</b>	<b>vie 26/07/19</b>										
24		Empalme tipo 102 - tubo PEAD 110 mm - Tubo AC 100 mm	1 día	jue 4/04/19	jue 4/04/19	16CC+3 días									
25		Empalme tipo 132 - tubo PEAD 110 mm - 2 tubos PEAD 160 mm	3 días	vie 5/04/19	mar 9/04/19	24									
26		Empalme tipo 141 - 2 tubos PEAD 110 mm - tubo PEAD 160 mm	1 día	mar 9/04/19	mié 10/04/19	25									
27		Empalme tipo 142 - 3 tubos PEAD 110 mm	4 días	sáb 13/04/19	jue 18/04/19	26FC+3 días									
28		Empalme tipo 145 - 3 tubos PEAD 110 mm	1 día	jue 18/04/19	vie 19/04/19	27									
29		Empalme tipo 266 - 3 tubos PEAD 160 mm	1 día	vie 26/04/19	sáb 27/04/19	28FC+5 días									
30		Empalme tipo 297 - 1 tubo PEAD 110 mm - 3 tubos PEAD 160 mm	1 día	sáb 27/04/19	lun 29/04/19	29									
31		Empalme tipo 312 - 2 tubos PEAD 110 mm - 2 tubos PEAD 160 mm	2 días	mié 3/07/19	jue 4/07/19	30FC+5 días									
32		Empalme tipo 512 - 2 tubos PEAD 110mm - tubos PEAD 110mm	1 día	jue 18/07/19	jue 18/07/19	31									

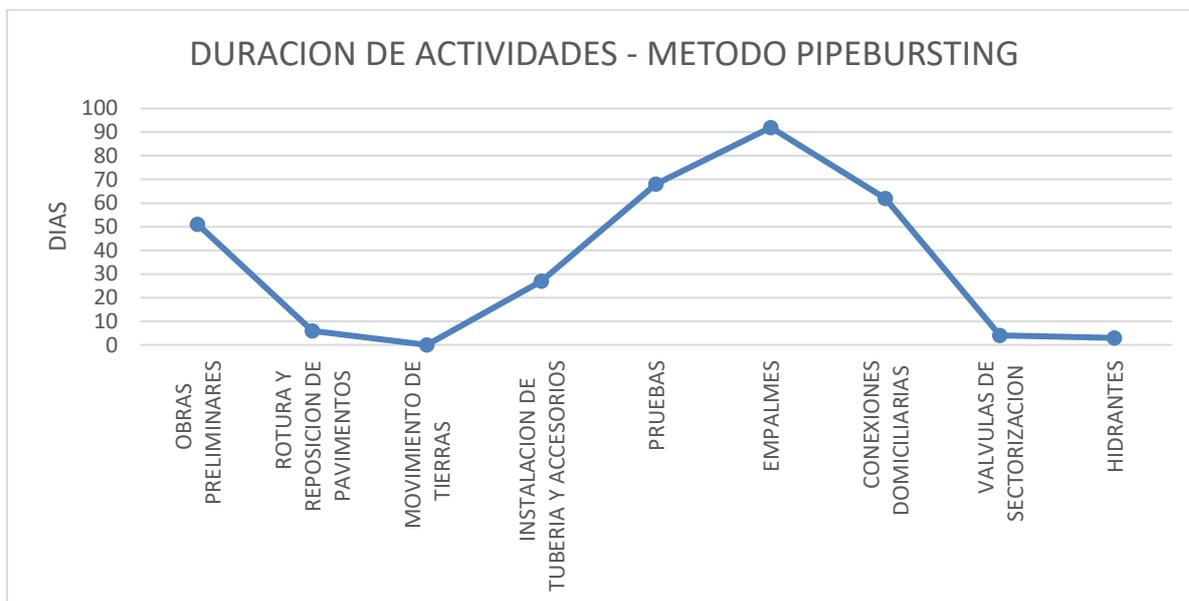
Fuente: Elaboración propia

Figura N°65. Cronograma Gantt (2-2) Método Pipe Bursting.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 66. Duración de actividades – Método pipebursting.

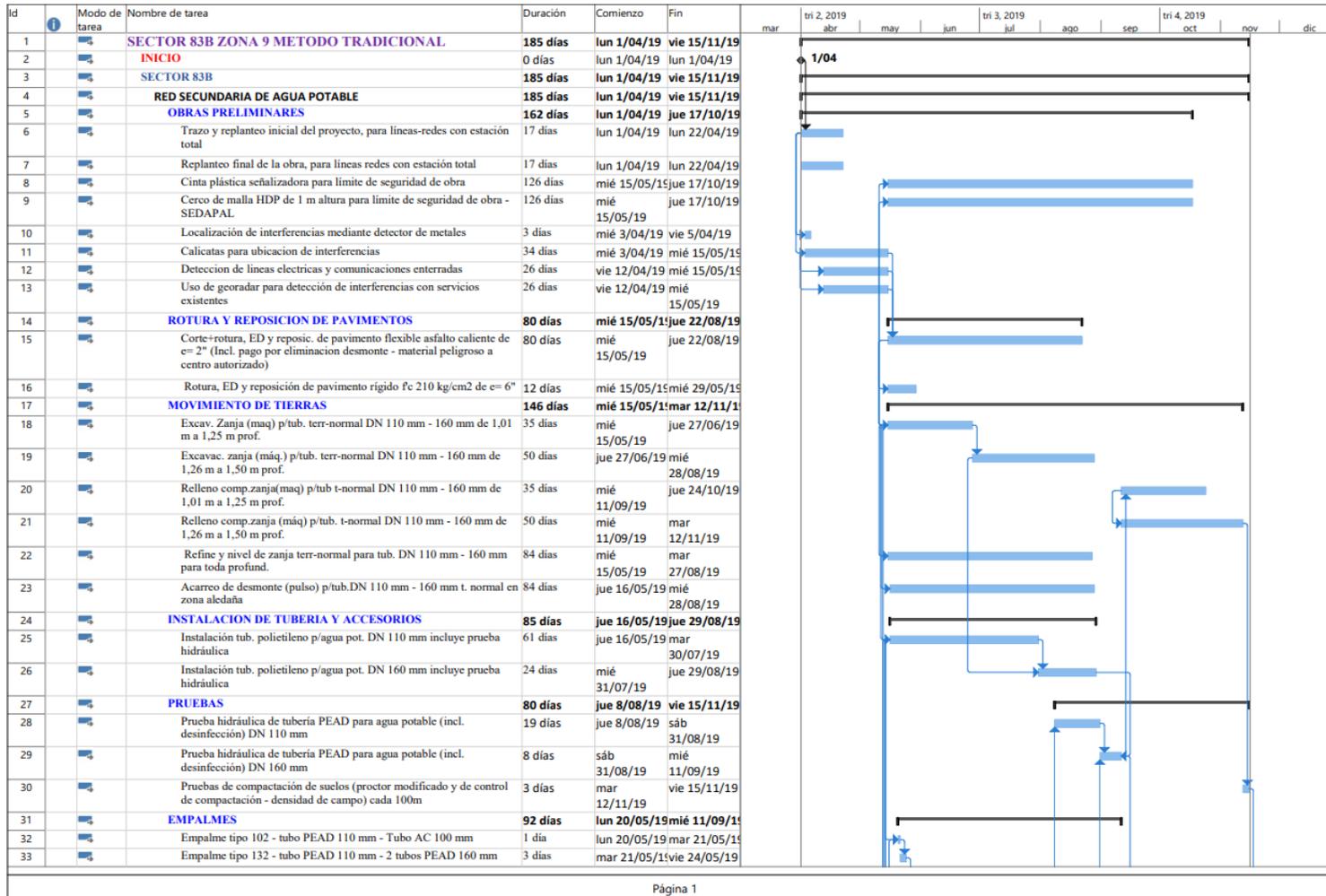


Fuente: Elaboración propia

A continuación, después de desarrollado los cronogramas Gantt en la figura N°64.y figura N°65, se puede observar las duraciones respecto de cada actividad, resaltando con mayor duración de tiempo las actividades de pruebas, empalmes y conexiones domiciliarias.

Del mismo modo, en el tiempo total para la ejecución de la zona 9 por el método pipebursting es de 95 días.

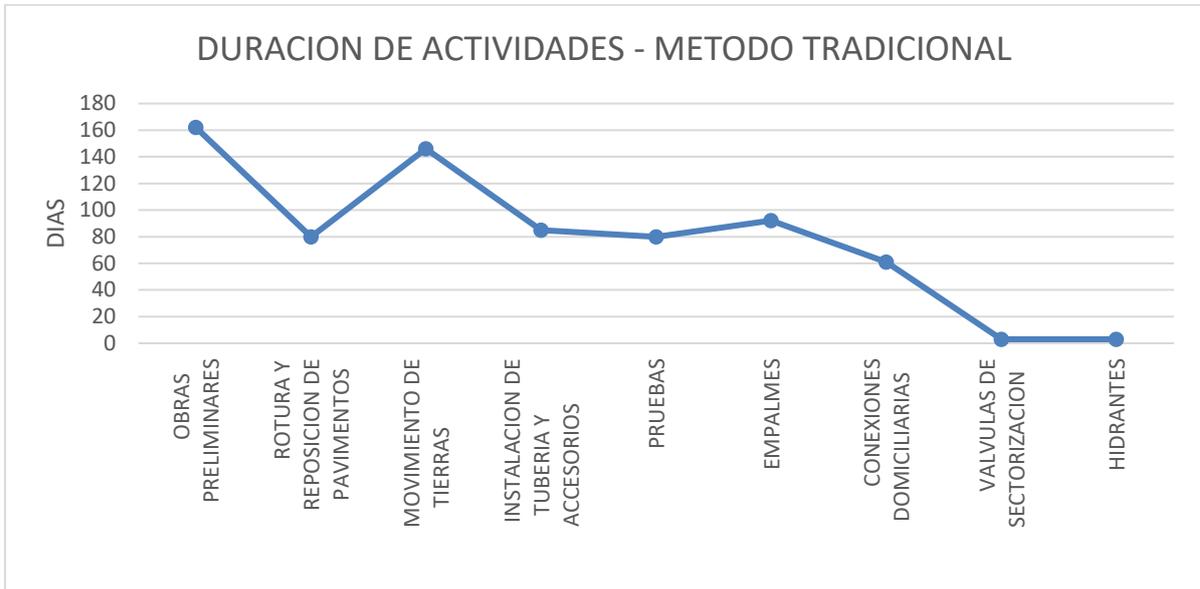
Figura N°67. Cronograma Gantt (1-2) Método Tradicional.



Fuente: Elaboración propia



Figura N° 69. Duración de actividades – Método tradicional.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la programación Gantt desarrollada en figura N°67 y N° 68. se puede observar en la figura N°69. que para el método tradicional el movimiento de tierra tiene una duración de 146 días siendo mayor a la del método pipebursting al comparar ambos métodos.

Para la actividad de obras preliminares tendrá una duración de 162 días de los 185 días de trabajo esto debido a que al generarse las zanjas estas deben estar señalizadas hasta que se termine el proceso de compactación a nivel de asfalto.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

#### Para el objetivo N° 1.

- Como primera conclusión para el primer objetivo en función análisis realizado de las ventajas y desventajas por ambos métodos se llega a la conclusión que el método Pipe Bursting podría ser muy eficiente en temas de producción, congestiónamiento vehicular y problemas con usuarios.

En la siguiente tabla se puede observar que las ventajas del Pipebursting vienen a ser las desventajas del método tradicional debido a la aplicación de una mejora frente a la rehabilitación.

Tabla N° 10. Comparación entre ventajas del método Pipebursting y desventajas del método tradicional.

METODO PIPEBURSTING	METODO TRADICIONAL
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Reducción de costos al no generar zanjas abiertas	Mayor costo al generar zanjas
Mayor metrado en instalación de redes rehabilitadas	Menor metrado de instalación en una jornada de trabajo
Mínima generación de incomodidad a los peatones	Mayor incomodidad a los peatones
Mínimo impacto ambiental	Mayor impacto ambiental
Reducción de riesgo en la seguridad de trabajadores	Mayores riesgos ante temas de seguridad
Disminución en los trabajos de limpieza	Mayores trabajos de limpieza
Reducción en los tiempos de trabajos	Mayor tiempo de trabajo
Mínimo personal para los trabajos de ejecución	Mayor personal para trabajos de ejecución
No genera tráfico vehicular por cierre de calles	Congestionamiento de tránsito vehicular por cierre de calles

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, las desventajas del método pipebursting serán las ventajas del método tradicional ya que las características de este método son mejoras en el antiguo método siempre aplicado para las rehabilitaciones.

Tabla N° 11. Comparación entre desventajas del método Pipebursting y ventajas del método tradicional.

<b>METODO PIPEBURSTING</b>	<b>METODO TRADICIONAL</b>
Desventajas	ventajas
No es recomendable instalar en redes con napa freática	Recomendable para tuberías que se encuentran en terrenos con napa freática
En el caso de instalación de tuberías de mayor diámetro el terreno deberá ser compresible para su correcto desplazamiento durante la instalación	Para la instalación de tuberías de menor a mayor diámetro se puede hacer en cualquier terreno
Atascamiento del cabezal durante el procedimiento producto de arrastre accesorios encontrados en las tuberías de agua potable	Operarios con mayor experiencia en el método
Las conexiones domiciliarias tendrán que ser instalados por el método tradicional haciendo excavaciones	Utilizado para cualquier diámetro de tubería
La incorrecta instalación de tuberías podría provocar hundimientos en el pavimento generando gastos no previstos	Menor posibilidad de hundimientos en el pavimento

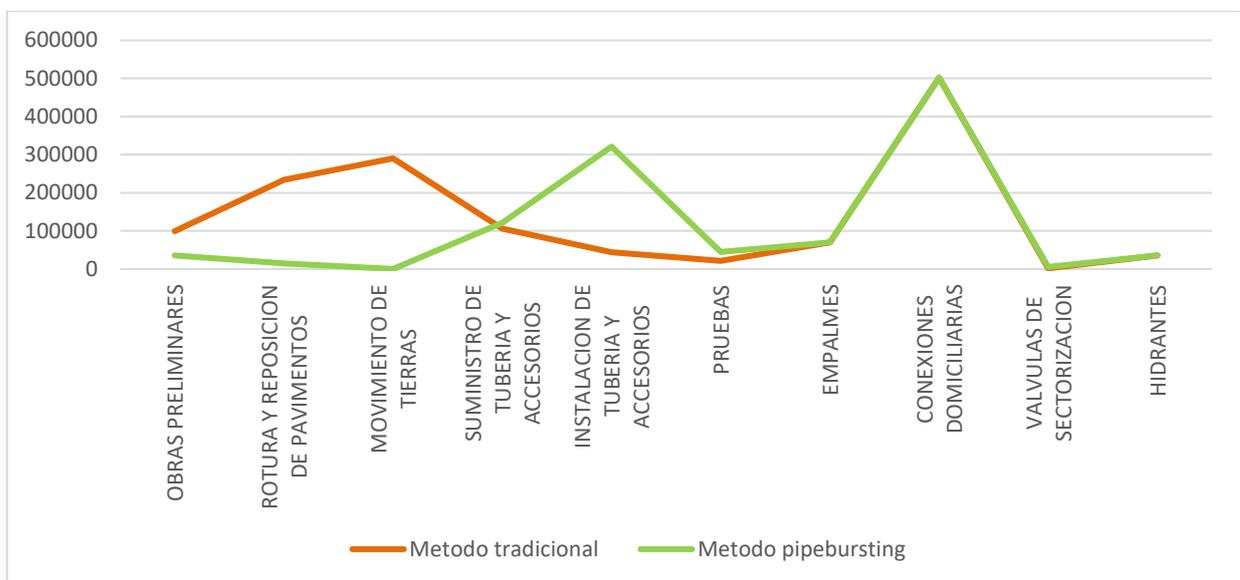
Fuente: Elaboración propia

- Como segunda conclusión para el primer objetivo a modo de la experiencia profesional obtenida podría concluir que el método pipebursting por más implementación que se de en más empresas nunca se dejara de lado el método tradicional debido a que el método pipe bursting solo tiene aplicación para la rehabilitación de tuberías existentes. Así mismo, para una obra saneamiento de ampliación, zanjas que se encuentren colapsadas y zanjas con napa freática tendrán que obligatoriamente ser ejecutados por el método tradicional.

**Para el objetivo N°2.**

- Como primera conclusión para el segundo objetivo obtenido a partir del análisis realizado según la figura N°70 podemos ver que el método tradicional es más mayor en costo en ciertas partidas, pero hay partidas en las cuales entre ambos métodos tienden a tener un monto igual debido a que hay trabajos que a pesar que se aplique el método no convencional aún necesita ser complementado con el método tradicional conocido como las conexiones domiciliarias.

Figura N°70. comparativo de costos entre el método Pipebursting y tradicional.



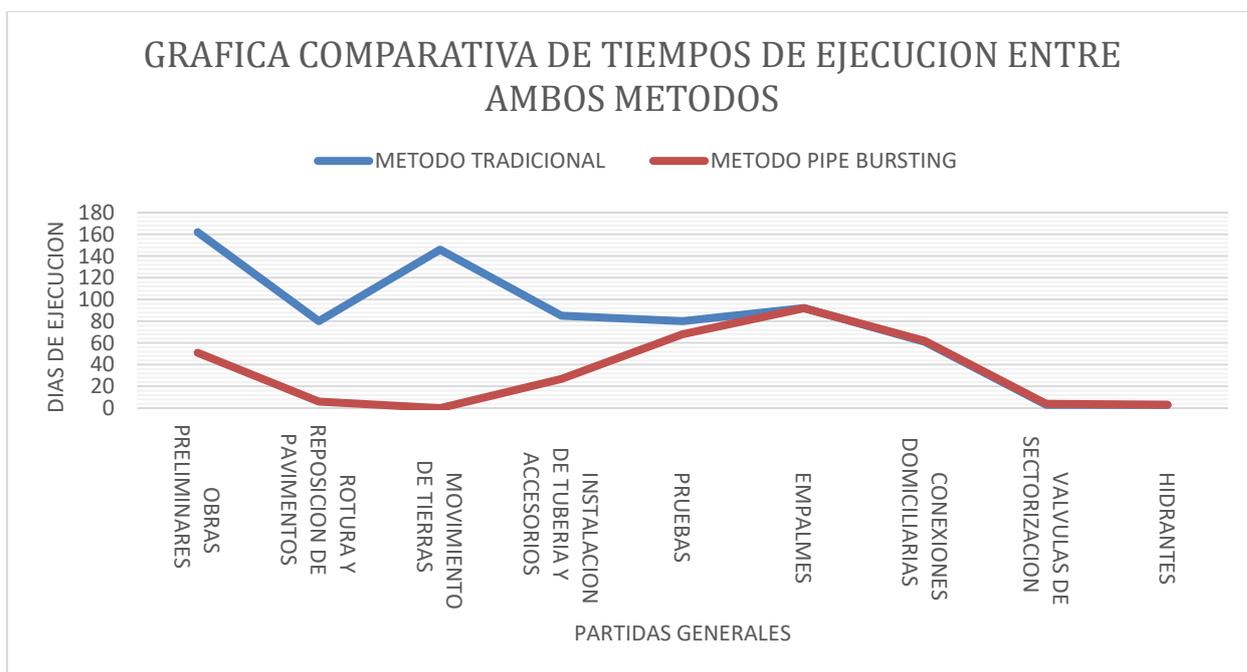
Fuente: Elaboración propia

- Como segunda conclusión debido a la experiencia profesional se puede concluir que el precio no es muy significativo, pero estos costos podrían ser ajustados aún más en la adquisición de equipos de fragmentación de mejor calidad y me permitan hacer mayor tubería instalada al día, al generar menor tiempo en la instalación se puede ahorrar en el costo invertido en la mano de obra calificada del personal de todas las actividades.

**Para el objetivo N°3.**

- Finalmente, como primera conclusión para el tercer objetivo, luego de realizado el análisis de tiempos de ejecución de obra plasmados en un cronograma Gantt, tanto para el método pipebursting y el método tradicional se hace un cruce de los diagramas las cuales se muestran en la figura N° 71 y se puede ver la diferencia de tiempo para cada método, estas diferencias son más acentuadas en las actividades de obras preliminares, rotura y reposición, movimiento de tierras e instalación de tuberías. Esta diferencia de tiempos logra que el plazo de entrega de la zona 9 sea en 90 días menos que el método tradicional acelerando la entrega de final.

Figura N°71. comparativo de duración de actividades entre el método Pipebursting y tradicional.



Fuente: Elaboración propia

- Como segunda conclusión producto de la experiencia profesional obtenida, es que el tiempo será referencial debido a problemas que se pudiesen presentar a la hora de la ejecución como:

- Problemas en desperfectos en la maquina fragmentadora.
- Aforo del cabezal de fragmentación por materiales arrastrados al momento de la fragmentación.
- Paros inesperados por trabajadores de sindicato. En el transcurso de la ejecución de esta obra de saneamiento en la zona 9, se presentaron hasta en 3 oportunidades esta situación y por temas de seguridad y a la integridad del personal no perteneciente al sindicato se detuvo los trabajos.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que para uso de la metodología se cuente con personal capacitado, ya que sin este personal la producción en la instalación de tuberías por este método podría volverse crítico en temas de retrasos en tiempo de entrega.
- Proponer a las empresas ejecutar con el método pipebursting demostrándoles los beneficios económicos, reducción de tiempos y reducción en problemas sociales.
- Previo al uso de este método se deberá evaluar si las redes que se instalaran se encuentran en las adecuadas condiciones.
- Para el caso del método tradicional se deberá considerar con más énfasis el tema de seguridad y salud en el trabajo debido a accidentes que podrían presentarse.

## REFERENCIAS

- Luna Escalante, J. G. & Gonzales Mendoza, C. E. (2018). Descripción, análisis comparativo y evaluación de las tecnologías: sin zanja y convencional para la rehabilitación del sistema de alcantarillado en el sector bajo de Miraflores – distrito de Miraflores.
- Interagua (2017). <https://www.interagua.com.ec/somos.html>
- Ojeda Garayar, J. C. (2015). Analisis comparativo entre el método Pipe Bursting y el método tradicional en la renovacion de tuberias de desagüe.
- Gonzales Gonzales M. D. (2018). Propuesta de renovacion de redes de agua potable mediante el método Pipe Bursting urb. San Diego distrito SMP, Lima-2018.
- Asociacion internacional Pipe Bursting (2012). <https://hammerheadtrenchless.com/>.
- Echevarria Lucano, C. M. & Mantilla Leon, U. A. (2019). Processo constructivo del sistema de agua potable utilizando el método de cracking, para la sustitucion de tuberias em el centro cívico de ciudad de Trujillo.

## ANEXOS

### Anexo 1. Charlas de seguridad en frentes de trabajo



Anexo 2. Control de personal.

1. Razon Social o Denominacion Social.	2. RUC:	3. Domicilio:	4. Tipo de actividad economica:	5. N° trabajadores en el centro laboral	
CONSORCIO SANEAMIENTO LIMA NORTE - LOTE 3	20602197493	URB. LAS MAGNOLIAS PASAJE FRANCO ALFARO 150. SAN BORJA LIMA	CONSTRUCCION		
<b>Marcar (X)</b>					
6. Charla de 5 min.	<input checked="" type="checkbox"/>	7. Charla de Stop	<input type="checkbox"/>	8. Reunión Grupal	<input type="checkbox"/>
9. Reunión Master	<input type="checkbox"/>				
10. Tema:	NO ASUMIR o Activa				
11. Fecha:	24-09-18				
12. Nombre del Capacitador o entrenador	JULIO CESAR CACHAY				
13. N° Horas	10 H				
14. DOCUMENTOS	CHARTA DE SEGURIDAD				
ITEM	15. Nombre del Capacitado o Entrenado	16. N° DNI	17. Área/Frente	18. Firma	19. Observaciones
1	JULIO CACHAY GARCIA	10486202	213		
2	EDGAR CALSAZA MAMANI	23531428	213		
3	WILLIAMS GUTIERREZ MALLCAS	48441153	213		
4	DAVID PRINCE BRAVO	43783716	21		
5	JESUS ALVA MONTAÑO	47286024	213		
6	Genelli Pery Garcia	45387156	213		
7	JOHAN PASACITE TORREJ	42975656	213		
8	Christian Rodriguez Amila	41716953	213		
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
<b>RESPONSABLE DEL REGISTRO</b>					
Nombre:	JULIO CACHAY				
Cargo:	CAPITAN				
Fecha:	24-09-18				
Firma:					

Anexo 3. Elaboración de metrados.



**PLANILLA DE METRADOS ADICIONAL DEL SECTOR 83B COMPONENTE 5: RED SECUNDARIA DE AGUA - PAQUETE B 5**



OBRA : LOTE 3 - PAQUETE B-4 REDES SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (Sectores 83B, 212A, 212B); PAQUETE B-5 REDES SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (Sectores 213, 259, 345, 368A, 369A)

CONTRATISTA : CONSORCIO SANEAMIENTO LIMA NORTE LOTE 3

CLIENTE : PROYECTOS ESPECIALES - EQUIPOS

LUGAR : LIMA - LIMA - LIMA

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO ADICIONAL
<b>01</b>	<b>PAQUETE B-5</b>		
<b>01.02</b>	<b>SECTOR 259</b>		
<b>01.02.01</b>	<b>RED SECUNDARIA DE AGUA</b>		
<b>01.02.01.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
01.02.01.01.01	Trazo y replanteo inicial del proyecto, para líneas-redes con estación total	km	12.34
01.02.01.01.02	Replanteo final de la obra, para líneas redes con estación total	km	12.34
01.02.01.01.03	Cinta plástica señalizadora para límite de seguridad de obra	m	24,686.14
01.02.01.01.04	Cerco de malla HDP de 1 m altura para límite de seguridad de obra - SEDAPAL	m	24,686.14
01.02.01.01.05	Calicatas para ubicación de interferencias	und	247.00
01.02.01.01.06	Detección de líneas eléctricas y comunicaciones enterradas	m	12,343.07
01.02.01.01.07	Uso de georadar para detección de interferencias con servicios existentes	m	12,343.07
<b>01.02.01.03</b>	<b>EMPALMES</b>		
01.02.01.05.11	Empalme tipo 169 - 3 tubos PEAD 90 mm	und	62.00
01.02.01.05.20	Empalme tipo 439 - 1 tubo PEAD 110 mm - 2 tubos PVC 90 mm	und	1.00
01.02.01.05.21	Empalme tipo 470 - 1 tubo PVC 90 mm - 1 tubo PEAD 90 mm	und	6.00
01.02.01.05.25	Suministro e instalación de manga PE e= 8 mils (400 micrones) para protección de unión mecánica DN 110 mm - 160 mm	m	1.00
01.02.01.05.27	Empalme tipo 54 - 2 tubos PEAD 250 mm - 1 tubo PEAD 200 mm	und	1.00
01.02.01.05.28	Empalme tipo 121 - 2 tubos PEAD 200 mm - tubo PEAD 110 mm	und	1.00
01.02.01.05.29	Empalme tipo 132 - tubo PEAD 110 mm - 2 tubos PEAD 160 mm	und	4.00
01.02.01.05.30	Empalme tipo 141 - 2 tubos PEAD 110 mm - tubo PEAD 160 mm	und	1.00
01.02.01.05.31	Empalme tipo 142 - 3 tubos PEAD 110 mm	und	15.00
01.02.01.05.32	Empalme tipo 145 - 4 tubos PEAD 110 mm	und	5.00
01.02.01.05.33	Empalme tipo 154 - tubo PEAD 90 mm - 2 tubos PEAD 160 mm	und	3.00
01.02.01.05.34	Empalme tipo 158 - 2 tubo PEAD 110 mm -Tubo PEAD 90 mm	und	25.00
01.02.01.05.35	Empalme tipo 312 - 2 tubos PEAD 110 mm - 2 tubos PEAD 160 mm	und	1.00
01.02.01.05.36	Empalme tipo 474 - 1 tubo PVC 90 mm - 1 tubo PEAD 110 mm	und	1.00
01.02.01.05.37	Empalme tipo 138 - 2 tubos PEAD 110 mm - 1 tubo PVC 90 mm	und	1.00
01.02.01.05.38	Empalme tipo 151 - 2 tubos PEAD 200 mm - 1 tubo PEAD 90 mm	und	2.00
01.02.01.05.39	Empalme tipo 157 - 2 tubos PEAD 160 mm - 1 tubo PEAD 110 mm - 1 tubo PEAD 90 mm	und	1.00
01.02.01.05.40	Empalme tipo 160 - 3 tubos PEAD 110 mm - 1 tubo PEAD 90 mm	und	1.00
01.02.01.05.41	Empalme tipo 167 - 1 tubo PEAD 110 mm - 2 tubos PEAD 90 mm	und	3.00
01.02.01.05.42	Empalme tipo 168 - 2 tubos PEAD 110 mm - 2 tubos PEAD 90 mm	und	17.00
01.02.01.05.43	Empalme tipo 471 - 1 tubo PEAD 90 mm - 2 tubos PVC 90 mm	und	1.00
01.02.01.05.44	Empalme tipo 472 - 2 tubos PEAD 90 mm - 1 tubo PVC 90 mm	und	1.00
01.02.01.05.45	Empalme tipo 485 - 4 tubos PEAD 90 mm	und	6.00
01.02.01.05.46	Empalme tipo 486 - 1 tubo PEAD 90 mm - 2 tubos PEAD 110 mm	und	13.00
01.02.01.05.47	Empalme tipo 487 - 1 tubo PEAD 250 mm - 2 tubos PEAD 200 mm	und	1.00
01.02.01.05.48	Empalme tipo 488 - 2 tubos PEAD 200 mm - 1 tubo PEAD 160 mm	und	2.00

Anexo 4. Control de horas maquinarias y equipos.

	GESTIÓN DE LA PLANIFICACIÓN, SEGUIMIENTO Y VALORIZACIÓN							VERSIÓN	FECHA
	<b>CONTROL DE EQUIPOS</b>							1	1/08/2017
							REVISADO	APROBADO	
							RED-C	AD	

EQUIPO	CENTRO DE COSTOS DIARIO											
	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO	
	CC (FASE)	HM	CC (FASE)	HM	CC (FASE)	HM	CC (FASE)	HM	CC (FASE)	HM	CC (FASE)	HM
RETROEXCAVADORA	4001	5	4001	5	4001	5	4001	2	4001	5	4001	3
MINICARGADOR	4001	6	4001	7	4001	5	4001	5	3008	5	4001	4
VIBRADOR	4001	6	4001	7	4001	7	4001	6	4001	5	4001	4
RODOMARTILLO			4003	1								
GENERADOR			4003	1								

RESUMEN DE HORAS MAQUINA		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	TOTAL HM
TOTAL DE HH POR ACTIVIDAD DE CONTROL		HM PARCIAL	HH PARCIAL	HM PARCIAL	HM PARCIAL	HM PARCIAL	HM PARCIAL	
REDES AGUA	3001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CONEX AGUA	3008	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00
REDES ALCANTARILLADO	4001	17.00	19.00	17.00	13.00	10.00	11.00	87.00
BUZONES	4003	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
CONEX ALCANTARILLADO	4004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ACTIVIDADES TRABAJADAS		1	2	1	1	2	1	

Anexo 5. Entrega de planos.



Anexo 6. Reporte diario de producción.

 <b>REPORTE DIARIO DE PRODUCCION</b>			
		VERSIÓN	FECHA
"Optimización de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Sectorización, Rehabilitación de Redes y Actualización de Catastro-Área de Influencia Planta Huachipa - Área de Drenaje Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra y Sectores 84, 83, 85 y 212-Lima"		1	1/09/2017
		REVISADO RED-C	APROBADO AD
Residente de Frente:	PAUL PEREYRA VILLANUEVA	Fecha:	10/07/2018
Asistente de Campo:	ARNOLD DEL AGUILA MACEDO	Sector:	212
Colaborador:	ASCENDIO	Zona:	11 y 12
<b>FASE O CENTRO DE COSTOS: 4001 (REDES SECUNDARIAS DE ALCANTARILLADO)</b>			
Actividad trabajada: <b>EXCAVACION DE ZANJA</b>			
Foto 1			
			
<b>Descripción de los Trabajos:</b> Se realizó trabajos de excavación con la retroexcavadora en la Calle 5 Sector 212 Zona 11.			
<b>Restricciones:</b> Se encontro interferencias de redes de gas y red de agua			



Anexo 8. Control de proceso constructivo



Anexo 9. Programación de pruebas diarias.

 <b>Programación Diaria de Pruebas</b>									
<b>Proyecto:</b> LOTE 3: PAQUETE: B-4 REDES SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (SECTORES 83B, 212A, 212B); PAQUETE B-5: REDES SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (SECTORES 213, 259,345, 368A, 369A)*									
<b>Fecha de programa:</b> 8/05/2018									
Ítem	Descripción de la Actividad	Tramo	Red	Ubicación (Ca,Av, Jr, etc)	Sector	Frente	Hora aprox.	Responsable (Capataz)	N° Teléfono
1	Prueba de compactacion	829	Agua	Jr Chillon	345		13:30	V.Chuquiuanca	924993874
2	Prueba de conexiones Y desinfección	135	Agua	CALLE 5	368	Z-2	11:00	RAUL ALCANTARA	976054003
3	Prueba de conexiones en red de existente	-	Agua	PASAJE 15 Y PASAJE 17	368	Z-1	01:00	RAUL ALCANTARA	976054003
4	Prueba Hidraulica ZANJA ABIERTA	800-799-798-797-840-796	Agua	AVENIDA PERIFERICA	213	Z-5	10:00	OZAITA	941315693
5	Prueba de conexiones en red de existente	-	Agua	LE SAN GERMAN-SANTA MARIA DEL NARA	213	Z-4	11:00	RAUL HUAMANI	967769304
6	Prueba Hidraulica ZANJA ABIERTA	770-769-767-768-777-776-778-873-874-775	Agua	CALLE COLLARES-RICARDO PALMA	213	Z-4	10:00	RAUL HUAMANI	967769304
7	Prueba de compactacion 2ra capa	772	Agua	ALIPIO PONCE	213	Z-5	01:00	CAP. OZAITA	941315693
8	Vaciado de concreto solado	CÁMARAS: CMC 345-00-B / CMC 345-00-A / VA 345-N02 / VP 345-N01	Agua	CALLE 3-AV. SAN JUAN	345	-	08:30	ROJAS	964323127
9	PRUEBA DE COMPACTACION	BZ. 18467 - 18478	ALCANTARILLADO	CALLE 5	212	1	09:00	Cap. Edwin	966902927
10	PRUEBA DE NIVELACION E HIDRAULICA	BZ. 18461 - BZ.300663	ALCANTARILLADO	CALLE 4	212	1	14:00	Cap. Edwin	966902927
11	PRUEBA HIDRAULICA REHABILITACION DE CONEX.	CONEX. DOMICILIARIAS	Agua	CA. CHABUCA GRANDE	212	2	10:00	Cap. Edwin	966902927
12	PRUEBA DE COMPACTACION	BZ 18410 - 18409	ALCANTARILLADO	SAN JUAN DE SALINAS	212	S-212-01A	09:00	Campomanes	971729848
13	PRUEBA DE COMPACTACION	BZ. 22101 - 22100	ALCANTARILLADO	SAN JUAN DE SALINAS	212	S-212-01A	09:00	Campomanes	971729848

Anexo 10. Elaboración de cartas.



**"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"**

**CARTA N° 0885-2019/ CSLNL3**

Lima, 16 de Octubre del 2019

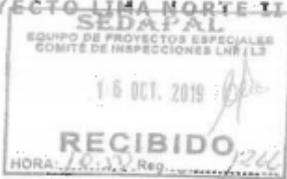
Señores:  
**COMITÉ DE INSPECCIÓN DE OBRAS DEL PROYECTO LIMA NORTE II  
LOTE 3 - SEDAPAL**

Presente

**Atención** : Ing. Rómulo Javier López Rafael  
**Inspector de Obra Lote 3**

**Asunto** : CORTE DE SERVICIO PARA RETIRO DE VALVULAS COMPUERTA  
EXISTENTES-SECTOR 369. FECHA: 18/10/19- HORARIO [1pm-7pm].

**Referencia** : Contrato de Obras a Precios Unitarios N°01-2017-CW-47000/Kfw-  
SEDAPAL LOTE 3: PAQUETE B-4; Redes Secundarias de Agua Potable y  
Alcantarillado (Sectores 83B,212A,212B); PAQUETE B-5: Redes  
Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado (Sectores 213,  
259,345,368A, 369A).  
a) **INFORME N°037-2019-CSLNI/ MSZ-L3**



De nuestra consideración:

Mediante la presente me es grato dirigirme a usted, para saludarle y a la vez presentarle el Informe referente al Corte de Servicio de Agua Potable – Plan de Trabajo para retiro de válvulas compuerta existente como parte de los trabajos de sectorización del Sector 369 – Puente Piedra. Este corte está programado para el día Viernes 18.10.19 desde las 13:00Hrs hasta las 19:00Hrs. Cabe precisar que el área de corte de servicio ha sido coordinada en campo con el Técnico Carlos Razo.

Adjunto:

- Plan de trabajo para corte de servicio sector 369 – Puente Piedra (Informe N°037-2019-CSLNI/ MSZ-L3).
- Plano de área de Trabajo y Ubicación de 62 Válvulas compuertas existentes a retirar – Puente Piedra (AP-369).

Sin otro particular, quedo de Ud.

Atentamente

  
Ing. EMILIO Q. SAENZ HORNA  
GERENTE DE OBRAS

**CC. Guillermo Quezada Távara**  
**Jefe de Proyectos Especiales**

---

Dirección: Pasaje Franco Alfaro N° 150 – Of. 301 – San Borja - Lima Teléfono: 592-1562  
Av. LOS ALISOS CUADRA 18 MZ. R1 LT.6 JAZMINES DEL NARANJAL -SAN MARTIN DE PORRES

Anexo 11. Programación y control de vaciado de concreto.



Anexo 12. Programación e instalación de buzones prefabricados.

