



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“MÉTODO CONVENCIONAL Y EL MÉTODO
FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS, EN LA
REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE
CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Edson David Herrera Cerna

Asesor:

Ing. Dr. Luis Alberto Acosta Sánchez

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Gracias a Dios por haberme permitido ser parte de una familia tenaz y por permitirme formar una. Además, por haberme dado fuerza y salud en esta pandemia.

A MI HIJA

Quién siempre me roba una sonrisa con sus habilidades e inspira con su inteligencia.

A MI ESPOSA

Por su amor y paciencia y por ser mi muro de concreto armado ante la adversidad.

A MIS PADRES

A mi madre quién supo inspirarme en seguir adelante, por su amor y esfuerzo.

A mi padre que en paz descansa.

A MIS HERMANOS

Por su fortaleza y perseverancia, gracias.

AGRADECIMIENTO

A mi Asesor, Ing. Dr. Luis Acosta Sánchez, por su apoyo, experiencia y asesoría durante mi investigación.

A mi Director de Carrera, Ing. Dr. Orlando Aguilar Ayala, por permitirme realizar mi Tesis de Investigación.

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	32
CAPÍTULO III. RESULTADOS	68
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	87
REFERENCIAS	90
ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla N°01 Costo Directo Cambio de Colector de 315 mm – Tecnología Fragmentación de Tuberías
- Tabla N°02 Costo Directo Cambio de Tubería de 315 mm – Método Convencional
- Tabla N°03 Resumen comparativo de costos directos
- Tabla N°04 Cronograma de ejecución de obra – Método Convencional
- Tabla N°05 Cronograma de Actividades – Fragmentación de tuberías
- Tabla N°06 Tabla de Evaluación de Impactos – Matriz de Leopold
- Tabla N°07 Matriz de Identificación – Tecnología Fragmentación de tuberías
- Tabla N°08 Matriz de Identificación – Método Convencional “Rehabilitación de la Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”
- Tabla N°09 Matriz de Leopold – Tecnología Fragmentación de tuberías
- Tabla N°10 Matriz de Leopold – Método Convencional “Rehabilitación de la Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”
- Tabla N°11 Costo Directo Cambio de Colector de 315 mm – Tecnología Fragmentación de Tuberías
- Tabla N°12 Análisis de Precios Unitarios – Tecnología Fragmentación de Tuberías
- Tabla N°13 Costo Directo Cambio de Tubería de 315 mm – Método Convencional
- Tabla N°14 Resumen comparativo de costos directos- Fragmentación de tuberías y Método Convencional
- Tabla N°15 Cronograma de Actividades de la Tecnología Fragmentación de Tuberías
- Tabla N°16 Rendimiento - Tecnología Fragmentación de Tuberías
- Tabla N°17 Rendimiento – Método Convencional
- Tabla N°18 Tiempo de Ejecución – Tecnología Fragmentación de Tuberías
- Tabla N°19 Matriz de Identificación – Tecnología Fragmentación de Tuberías
- Tabla N°20 Matriz de Identificación – Método Convencional “Rehabilitación de la Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”
- Tabla N°21 Matriz de Leopold – Tecnología Fragmentación de tuberías
- Tabla N°22 Matriz de Leopold – Método Convencional “Rehabilitación de la Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”
- Tabla N°23 Cuadro Comparativo –Impacto Social y Ambiental - Método Convencional vs. Tecnología Fragmentación de tuberías
- Tabla N°24 Reducción Porcentual –Impacto Social y Ambiental - Método Convencional vs. Tecnología Fragmentación de tuberías

Tabla N°25: Características técnicas de tuberías PE 100

Tabla N°26: Propiedades físicas de tuberías PE 100 según sus dimensiones

Tabla N°27: Especificaciones Técnicas BASIC 315

Tabla N°28: Especificaciones Técnicas HG-12

Tabla N°29 Especificaciones Técnicas Topo Neumático

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura N°01: Calicatas – Verificación de interferencias
- Figura N°02: Tubería soldada de HDPE habilitada para la fragmentación
- Figura N° 03: Inspección Televisiva – Tuberías de PVC
- Figura N° 04: Operarios demoliendo pared externa de buzón
- Figura N°05: Desvío de flujo existente con motobomba de 4”
- Figura N°06: Operario realizando el corte de la ventana de inserción
- Figura N°07: Excavación de ventana con retroexcavadora y un vigía
- Figura N°08: Instalación de la tubería por la ventana de inserción
- Figura N°09: Instalación de los anclajes del winch por el buzón de salida
- Figura N°10: Perforación de la tubería para empalmar el cabezal de rotura
- Figura N°11: Ingreso del Topo hidráulico por la tubería nueva de HDPE
- Figura N°12: Puesta del grillete a la montura del topo unido al cable del winch
- Figura N°13: Tubería del HDPE ingresado por tubería existente de CSN
- Figura N°14: Llegada de la tubería en el buzón de salida
- Figura N°15: Excavación de Conexión
- Figura N°16: Electrofusión de conexión con colector
- Figura N°17: Compactación de conexión
- Figura N°18: Densímetro Nuclear Norma ASTM D-2922
- Figura N°19: Reposición de carpeta asfáltica en ventanas y conexiones
- Figura N°20: Limpieza y eliminación y material excedente a pulso
- Figura N°21: Corte de pavimento de concreto
- Figura N°22: Rotura de pavimento con retroexcavadora
- Figura N°23: Excavación de zanjas con retroexcavadora
- Figura N°24: Tendido e instalación de tuberías de PVC
- Figura N°25: Relleno y compactación de tramo
- Figura N°26: Reposición de techo de buzón
- Figura N°27: Reposición de pista con concreto premezclado
- Figura N°28: Casilla Magnitud e Importancia – Matriz de Leopold
- Figura N°29: Porcentaje del Costo Directo Mét. Fragmentación de tuberías vs Mét. Zanja Abierta
- Figura N°30: Clasificación de las Tecnologías sin zanja
- Figura N°31: Método Fragmentación de Tuberías (Pipe Bursting)

Figura N°32: Método Fragmentación de Tubería Dinámica

Figura N°33: Método Fragmentación de Tubería Estática

Figura N°34: Equipo de Termofusión BASIC 315

Figura N°35: Colocación de plato calefactor

Figura N°36: Esquema del sistema de limpieza de máquina de balde

Figura N°37: Operario sacando material de Buzón

Figura N°38: Cadena y Balde – Máquina de Balde

Figura N°39: Vista de la inspección televisiva en un colector de PVC

Figura N°40: Hydroguide HG-12

Figura N°41: Winche HG-12 posicionado

Figura N°42: Topo neumático modelo 5 ¾”

Figura N°43: Compresora SULLAIR de 375 PCM

Figura N°44: Cabezal de rotura o expansor

Figura N°45: Pasacables tipo Cobra de 150 ml

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Rendimiento o avance por día, método fragmentación de tuberías

RESUMEN

En Ingeniería Civil, es primordial el uso de nuevas Tecnologías para estar a la vanguardia en el ámbito de la construcción, con el objetivo de obtener los resultados requeridos, al menor costo, al menor tiempo de ejecución y generando impactos sociales y ambientales al mínimo, con la misma o mejor calidad.

Es por ello que el presente trabajo de Investigación, es el punto de inicio en proporcionar información y el cómo ejecutar una de las muchas Tecnologías sin Zanja, llamada Fragmentación de Tuberías.

El diseño de investigación es descriptivo-comparativo, el enfoque de investigación es cuantitativa, este trabajo también abarca a una investigación no experimental- transversal.

Por lo antes mencionado, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado en la ciudad de Cajamarca, comparándolo de manera cuantitativa, en los siguientes aspectos: costos directos, tiempo de ejecución e impactos sociales y ambientales.

Obteniendo como principal conclusión en que el Método Fragmentación de Tuberías, genera diferencias significativas, ante el método convencional, minimizando los impactos sociales y ambientales y reduciendo los costos y tiempos de ejecución.

Palabras Claves: Tecnologías sin Zanja, costo directo, tiempo de ejecución, impactos sociales y ambientales, calidad, Fragmentación de Tuberías, Rehabilitación, redes de alcantarillado y método convencional.

ABSTRACT

In Civil Engineering, the use of new technologies is essential to be at the forefront in the field of construction, with the aim of obtaining the required results, at the lowest cost, at the shortest execution time and generating social and environmental impacts at a minimum, with the same or better quality.

That is why this Research Thesis is the starting point in providing information and how to execute one of the many Trenchless Technologies, called Pipe Bursting.

The research design is descriptive - comparative, the research approach is quantitative, this work too includes a non-experimental and transversal research.

For the aforementioned, the main objective of this research work is to determine the difference between the conventional method and pipe bursting method, in the rehabilitation of the sewerage system in the city of Cajamarca, comparing it qualitatively, in the following aspects: direct costs, execution time and social and environmental impacts.

Obtaining as the main conclusion that the Pipe Bursting Method generates significant differences, compared to the conventional method, minimizing social and environmental impacts and reducing costs and execution times.

Keywords: Trenchless Technologies, direct cost, execution time, social and environmental impacts, quality, Pipe Bursting, rehabilitation, sewer networks and Conventional Method.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En Europa, la Tecnología sin Zanja, comenzó a utilizarse aproximadamente desde el año 1850. Durante este tiempo, las ciudades de este continente crecían de manera acelerada; una muestra de ello fue la ciudad de Londres, que para el año de 1800 contaba con una población aproximada de 800 000 habitantes y para finales de 1840, la población creció a aproximadamente a 2 millones, es decir, aumentó a más del doble de la población inicial. Este incremento demográfico generó mayor demanda de los servicios de agua y alcantarillado, además había la necesidad de construir estos servicios por debajo de ferrocarriles, lo que llevó a crear nuevos métodos y tecnologías sin la necesidad de abrir zanjas, que mejoraran los servicios públicos, con la ayuda de equipos innovadores de perforación rotatoria y de empuje equipados con taladros percutores y gatos hidráulicos. (Kramer, McDonald & Thomson, 1992)

En Estados Unidos, la Tecnología sin zanja, comenzó a usarse aproximadamente desde el año 1900, por la necesidad de instalar los servicios de agua y alcantarillado por debajo de ferrocarriles, carreteras, ríos, lagos, etc. y fue ya a partir de 1950 que se propagó su uso. (Mínguez, 2015)

Cabe resaltar, que en Europa occidental y Norte América, encontramos información sobre sus redes de agua y alcantarillado que remontan del siglo XIX y que un poco más del 90% de la ciudad estaba conectada. Ya para finales del año de 1980, en Europa occidental, unos 11 000 km de redes de alcantarillado fueron rehabilitados anualmente, del cual 700 km (6%) fueron reemplazados usando las tecnologías sin zanja. (Viana, 2004).

A nivel de Latinoamericano, las tecnologías sin zanja, se comenzó a usarse a inicios del año de 1990; aplicando la tecnología de perforación horizontal dirigida y el microtuneleo, hoy en día, en Suramérica, la mayoría de los métodos de tecnología sin zanja ya se han ido usando y aplicando, pero no todos los países lo usan, por temor a lo nuevo. (Gutiérrez, J. 2006)

Por ejemplo, Brasil, es el país que más usa las tecnologías sin zanja, dado que tiene el mayor número de proyectos de saneamiento a nivel de Suramérica, luego tenemos a Chile y Argentina, cuyos proyectos de reemplazo y rehabilitación de redes de infraestructura subterránea, se han enfocado, dando aportaciones importantes, en el sector minero, acueducto y alcantarillado. (Gutiérrez, J. 2006)

En el Perú, las primeras aplicaciones de estas tecnologías sin zanja, se realizaron en el año de 1997, en el distrito de Breña (Lima), usando la Fragmentación de Tuberías, el cual es un miembro de la familia de las Tecnologías Sin Zanja, que permite reemplazar la tubería deficiente, sin tener la necesidad excavar zanjas en toda la línea de alcantarillado, ayudando así a minimizar los inconvenientes que ocasionan las excavaciones a zanja abierta. (Sedapal. n.d.)

En la actualidad, el sistema de alcantarillado de la localidad de Cajamarca se encuentra en malas condiciones y esto se ve reflejado en las épocas de lluvia, donde los buzones colapsan e inundan las calles, emanando olores y desechos que comprometen la salud de los Cajamarquinos, esto se debe a la antigüedad y la falta de mantenimiento de las redes de alcantarillado, cabe resaltar que Cajamarca tiene 22,503 ml de redes colectores principales, con una antigüedad promedio de más de 35 años, de los cuales un 37% de estas redes se encuentran en estado deteriorado. Por otra parte, las redes de colectores secundarios, tiene un total de 435,330 ml, de los cuales un 36% muestra deterioro, con una antigüedad promedio de 35 años. (Sedacaj, 2019)

A partir de esta problemática, la rehabilitación de los sistemas de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca es primordial y necesario, tomando en cuenta que ya cumplieron su vida útil, provocando, en épocas de lluvia, el colapso de las mismas, a lo que nos lleva, que apliquemos métodos versátiles, rentables e innovadores, es allí donde entran las tecnologías sin zanja, siendo más precisos, el método fragmentación de tuberías, para mejorar el servicio y calidad de las redes de alcantarillado, en el menor tiempo posible, con los menores costos y por último y más importante, que generen impactos sociales y ambientales mínimos.

Por esta razón, el problema general, de mi trabajo de investigación, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, es determinar cuál es la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, de los siguientes parámetros: costos directos, tiempos de ejecución e impacto social y ambiental, a lo que me lleva a los problemas específicos, es decir, cuál es la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, según los costos directos, tiempos de ejecución e impactos sociales y ambientales, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca.

Por lo antes mencionado, mi trabajo de investigación, tiene los siguientes objetivos, primeramente, mi objetivo general, es determinar la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías y finalmente mis objetivos específicos, es determinar la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, según los costos directos, tiempos de ejecución e impactos sociales y ambientales, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado en la ciudad de Cajamarca.

Para poder determinar las diferencias entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, he tomado el caso real del siguiente proyecto: “Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”, proyecto que se ejecutó en el año 2018 por EPS SEDACAJ S.A.

Para los costos directos he considerado la creación de una plantilla en el programa S10, tomando en cuenta los costos de mano de obra, materiales y equipos del proyecto ya mencionado.

Para mi siguiente objetivo específico, es decir, para los tiempos de ejecución, he considerado el uso del programa Ms Project, considerando las actividades del método convencional y el método fragmentación de tuberías, tomando en cuenta los rendimientos, para cada partida.

Finalmente para los impactos sociales y ambientales se va hacer el uso de la Matriz de Leopold, identificando los impactos de cada método y estimando la magnitud e importancia de cada actividad.

A lo que me lleva plantear las siguientes hipótesis, es en que existe una diferencia significativa entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, según los costos directos, tiempos de ejecución e impactos sociales y ambientales.

Como antecedentes internacionales tenemos las siguientes investigaciones:

Este trabajo de investigación se realizó en Chile, llamado “Renovación de tuberías de alcantarillado mediante sistema de fragmentación Neumática o Cracking” para optar el Título de Ingeniero Constructor, Universidad Austral de Chile, que menciona en su resumen que Cracking o fragmentación de tuberías, es la técnica de renovar tuberías in situ o sin zanja, cuando la tubería madre o anfitriona está dañada y se quiere evitar grandes movimientos de tierra, minimizando la ruptura de hormigón o asfalto, aumentando el diámetro de la tubería y conservando su pendiente, también estableció la rentabilidad económica, social y ambiental de la fragmentación Neumática o Cracking en la Renovación de tuberías de alcantarillado, en comparación al método tradicional. (Arriagada, 2005), también tenemos el siguiente trabajo de investigación que se realizó en Colombia llamado “Comparación tecnológica y costos del Método de Instalación de tuberías sin zanja (Trenchless) más eficiente para los suelos encontrados en un proyecto de Bogotá”, para conseguir el grado de Ingeniero Civil. Pontifica Universidad Javeriana. Menciona en su resumen, que la aplicación del método sin zanja, disminuye los tiempos de ejecución en un 30% en relación a los tiempos requeridos para realizar la instalación de tubería mediante los métodos con zanja. (Alarcón & Pacheco, 2014)

En Ecuador tenemos los siguientes trabajos de investigación, el primer trabajo llamado “Diagnóstico y rehabilitación del sistema de alcantarillado sanitario para la escuela de infantería aérea (EIA) de la ciudad de Guayaquil”, proyecto integrador previo la obtención del título de Ingeniero Civil, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, menciona en su resumen que el proyecto integrador que tiene lugar en la Escuela de Infantería Área de la ciudad de Guayaquil, la cual presenta inconvenientes

en el funcionamiento de su sistema de alcantarillado y que se han contemplado dos posibles soluciones, la primera es diseñar una red de alcantarillado sanitario completamente nueva, mientras que la segunda es rediseñar la que actualmente existe en la base. (Elao & Miranda, 2019) y el segundo trabajo de investigación titulado “Plan de rehabilitación de la red de alcantarillado sanitario de la ciudadela Nueva Esperanza del Cantón san Vicente”, proyecto de titulación, previa a la obtención del título de Ingeniero Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí – Facultad de Ciencias Técnicas, menciona en su resumen, proponer un mantenimiento y plantear alternativas de solución del sistema de alcantarillado de la ciudadela Nueva Esperanza que han excedido su vida útil, que inconvenientes sociales y ambientales afectando las viviendas y el comercio de la ciudadela. (Joao, 2017)

En el ámbito nacional tenemos los siguientes proyectos y trabajos de investigación, tales como las que realizó la empresa Sedapal, en el año 1997 que evaluó los Sistemas de Agua y Alcantarillado de la ciudad de Breña, determinando que el sistema de agua tenía aproximadamente 74 km. de tubería, de los cuales 57 km. (77%) requerían reemplazo y rehabilitación. Además el sistema de alcantarillado tenía alrededor de 72 km, de los cuales aproximadamente 11 km. (15%) requerían cambio. Conocida la magnitud y la condición de los sistemas existentes, Sedapal y el Consorcio Greeley & Hansen – Caem Ltda., pusieron una alta prioridad en considerar las técnicas de Tecnología sin Zanja, empleando el Método de Fragmentación de tuberías para la rehabilitación de 6.4 km en el Sistema de Agua Potable y 4.2 km en el sistema de alcantarillado, logrando así utilizar un método más eficiente y de un costo mínimo a comparación del método convencional, que rehabilitaron 9.7 km en las redes de agua potable y 6.8 km en las redes de alcantarillado, que genera tráfico e incomodidad a los vecinos del distrito de Breña. (Sedapal. n.d.), también tenemos el proyecto que realizó la empresa ANSA Contratistas Generales S.R.L. en el año 2013, en la Ciudad de Huaraz, llamada: “0702068 Renovación de Redes Secundarias de Agua Potable de la Ciudad de Huaraz 004 Barrios de San Francisco, Cercado Huaraz y Huarapampa.”, empleando el Método de Fragmentación de Tuberías, que rehabilitó aproximadamente 24 km de tuberías de agua potable de 90mm y 110mm, convirtiéndose en la primera ciudad, al exterior de Lima, donde se aplica la nueva Tecnología sin Zanja. (Icadat, n.d).

En trabajos de investigación tenemos los siguientes: el primero que se realizó en la ciudad de Lima, llamado “Descripción, análisis comparativo y evaluación de las tecnologías: sin zanja y convencional para la renovación del sistema alcantarillado en el sector bajo de Miraflores- Distrito de Miraflores”, para optar el Título profesional de Ingeniero Sanitario, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, describió, comparó y evaluó la tecnología sin zanja Pipe Bursting con el método convencional a zanja abierta y se determinó que el método de renovación “pipe Bursting” generó un costo directo aproximado de S/29 913.60 y un tiempo de ejecución estimado de 3 días, a comparación del método convencional, que generó un costo directo de S/. 34 496.48 y un tiempo de ejecución de 8 días, concluyendo que el Método “Pipe Bursting” es económicamente más barata y rápida que el método convencional a zanja abierta. (Luna, 2018), luego tenemos el trabajo de investigación, llamado “Métodos Constructivos Tradicional vs. Pipe Bursting en obras de Agua Potable y Alcantarillado en zonas Urbanas del Distrito de Moquegua, 2015”, para optar el título profesional de Ingeniera Civil de la Universidad Peruana los Andes – Huancayo – Perú, menciona en su resumen, que el método fragmentación de tuberías o pipe bursting, presenta mejores ventajas ante el método tradicional en cuanto procesos constructivos, por sus orientación de apertura de ventanas, evitando gran movimiento de tierras y minimizando impactos ambientales y sociales. (Pérez & Ramos, 2017) y finalmente tenemos el trabajo que se realizó en la región de Cajamarca, titulada “Mejoramiento y rehabilitación del sistema de agua y alcantarillado del caserío de Chalán, Distrito de San Miguel Iglesias, Provincia de Celendín, Departamento de Cajamarca, 2016”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad César Vallejo, menciona en su resumen, que la calidad del agua y alcantarillado del Caserío Chalán, es pésima, y se ve reflejado en la presencia de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y diarreas de los pobladores. (Ramos, 2016)

Definiciones conceptuales

Sistema de alcantarillado: Es un conjunto de obras hidráulicas cuya finalidad es recolectar, conducir y disponer de aguas servidas y de lluvias, para evitar que se originen problemas de tipo sanitario e inundaciones.

Rehabilitación del sistema de alcantarillado: Consiste en el reemplazo o traslado de la tubería antigua, por una tubería nueva, en todo el tramo afectado, de buzón a buzón.

Las tecnologías sin zanja: se definen como las técnicas, materiales y equipos utilizados para la instalación y rehabilitación de tuberías, que se utilizan para reparar, actualizar, reemplazar o instalar sistema de infraestructura subterránea con una mínima interrupción de la superficie. (Yeun & Sunil, 2004).

Las tecnologías sin zanja que presentan el potencial de ofrecer un rendimiento medioambientalmente mejorable en comparación con las tecnologías tradicionales. Protegen el medio ambiente, son menos contaminantes, utilizan recursos de forma más sostenible y tratan los residuos de forma más aceptable, siendo comparativamente más económicas que las técnicas que implican la apertura de zanja.

Estas tecnologías, todas ellas aprobadas por la ONU como unas tecnologías Ecológicamente Racionales y Ambientalmente Sostenible. Una apuesta clara por convertir nuestras ciudades en lugares más saludables y prósperos que proporcionen una buena calidad de vida a todos los ciudadanos garantizando las necesidades de generaciones futuras. (Asociación Ibérica de tecnologías Sin Zanja, 2013).

Clasificación de las Tecnologías sin zanja (ver Anexo 03, Figura 01), en el proyecto de Tesis “Técnicas de Construcción fundamentadas en la Tecnología sin Zanjas” hace referencia que actualmente el número total de métodos de tecnología sin zanja fácilmente sobrepasa los cuarenta. (Viana, 2004)

La fragmentación de tuberías o pipe bursting: se define como un método de reemplazo sin zanja, en el que una tubería existente se rompe ya sea por fractura frágil o por división, utilizando una fuerza interna aplicada mecánicamente aplicada por una herramienta de ruptura. Al mismo tiempo, se extrae una tubería del mismo diámetro o mayor para reemplazar la tubería existente. El extremo posterior del cabezal de ruptura está conectado a la nueva tubería y el extremo frontal está conectado a un cable o varilla de tracción. (IPBA, 2012)

La nueva tubería y el cabezal de ruptura se lanzan desde la ventana de inserción y el cable o varilla se extraen de la ventana de recepción (Ver Anexo 03, Figura 02). La energía que mueve la herramienta de ruptura hacia adelante para romper la tubería existente proviene de tirar de cables o varillas. (IPBA, 2012)

La energía o potencia se convierte en una fuerza de fractura en la tubería existente, rompiéndola y expandiendo temporalmente el diámetro de la cavidad.

La parte delantera o frontal del cabezal de ruptura suele tener un diámetro más pequeño que el de la tubería existente, para mantener la alineación y asegurar una ruptura uniforme. (IPBA, 2012)

En el método de fragmentación de tuberías, es recomendable y cotidiano el uso de tuberías de polietileno, típicamente se piensa que el tubo de polietileno sufre algún tipo de elongación, producto del esfuerzo por fricción, durante la instalación, sin embargo la tubería de polietileno, es realmente arrastrada, ya que el cono y el cabezal de expansión, son las que están sometidas al esfuerzo de tracción a través del elemento de tensión axial. (Barbosa, 2013).

Esta tecnología se aplica a tuberías rígidas y frágiles, hechas de materiales como hormigón simple, hierro fundido, arcilla, asbesto cemento, etc. Rodeados del suelo, capaz de ser compactada y desplazado. Pese a esto, también ha sido empleada en tuberías de material flexible, como plástico (PVC, polietileno) y hierro dúctil, aunque presenta el inconveniente de que la tubería en lugar de fragmentarse se repliega alrededor de la tubería de reemplazo impidiendo el avance de la máquina, por lo cual es necesario dotar al equipo de dispositivos especiales de corte (Read, 2004).

Clases de Fragmentación de tuberías, clasificándose principalmente en Estático y Dinámico, los cuales se basan en el tipo de herramienta de ruptura utilizado, la diferencia básica de estas dos clases, se encuentra en la fuente de energía y el método de romper la tubería. (IPBA, 2012).

La Fragmentación Estática se utiliza generalmente para tuberías de redes de agua potable, con diámetros de hasta 250 mm, donde la fuerza de tensión requerida para romper la antigua tubería e instalar la nueva es relativamente baja. Por otro lado, con tuberías de diámetros mayores de 1.200 mm y enterradas a mayor profundidad, como las de alcantarillado, donde la fuerza de tensión requerida es considerablemente mayor, se emplea el métodos de fragmentación dinámico, donde además del equipo de tensión se utiliza un instrumento hidráulico o neumático, unido al cabezal de expansión, el cual transmite energía cinética para fracturar la tubería antigua.

Método de fragmentación de tubería dinámica: reemplaza una tubería existente, por una tubería de diámetro igual o superior a la existente (ver anexo 03, figura 03), en el mismo trazado.

Técnica que consiste en romper la tubería existente con un cabezal de corte y al mismo tiempo compactarla radialmente en el terreno. Los materiales frágiles son destrozados y los materiales dúctiles son cortados. Al mismo tiempo se va introduciendo la tubería nueva, que puede ser del mismo diámetro o superior a la existente. La energía de golpe está apoyada para la sustitución de tuberías por un cabrestante o winche con energía con motor eléctrico o hidráulico. Las renovaciones más usuales van de 130 mm a 450 mm. (Resolución Ministerial N°019-2014-Vivienda)

Método de fragmentación de tubería estática: consiste en reemplazar una tubería existente, en terrenos de fácil compactibilidad y con tuberías existentes de materiales dúctiles.

Técnica que se inicia con la instalación de una plataforma hidráulica que empuja unas barras por el interior de la tubería existente, que servirán de guía. En esta

plataforma se montan los accesorios de rotura, expansión y la tubería nueva. Durante el tiro de las barras se añade una cabeza de rotura o una cuchilla de corte que rompen la tubería vieja y al mismo tiempo se instala la nueva tubería del mismo o mayor diámetro. Las renovaciones más usuales van de 130 mm a 450 mm. (Resolución Ministerial N°019-2014-Vivienda)

El polietileno de alta densidad (HDPE): es un termoplástico fabricado a partir del etileno (elaborado a partir del etano). Es muy utilizado en tuberías de agua, gas y alcantarillado debido a su flexibilidad y baja resistencia a la fricción.

Es utilizado en la fabricación de tuberías para agua, alcantarillado, gas, entre otros; en nuestro caso particular utilizaremos la tubería de polietileno PE 100 de acuerdo a la norma NTP ISO 8772-2009.

El polietileno: es un producto plástico, incoloro, translucido, termoplástico, graso al tacto y blando en pequeños espesores, siempre flexible, inodoro, no tóxico, que se descompone a una temperatura alrededor de los 300°C y menos denso que el agua.

Las características del polietileno varían según el procedimiento empleado para su producción. Se obtiene por la polimerización del monómero Etileno, ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), producto resultante del craqueo de la nafta del petróleo. (Oshiro, 2012) Inicialmente se consiguió a base de someter el Etileno a altas presiones entre 1000 y 1500 atmósferas y temperaturas entre 80 y 300°C, resultando el polietileno denominado de alta presión o Baja densidad (PEBD, PE32 ó s/CEN PE40).

Últimamente se ha profundizado en la investigación adicionando determinados copolímeros, lo cual ha permitido obtener polietilenos de características físicas y mecánicas más elevadas, denominándose el producto Polietileno de tercera generación (PE100).

Presenta las siguientes propiedades físicas:

- Atoxicidad, dicho material responde a todas las prescripciones higiénicas relacionadas a los acueductos como también a las normativas relacionadas a los materiales que vienen en contacto con alimentos, todo está favorecido por la completa ausencia de sabor y olor del material mismo. (Oshiro, 2012)
- Resistencia a los sismos, Se ha podido establecer, después de analizar los efectos de terremotos ocurridos en varias partes del mundo, que el tubo de HDPE, aprovechando su mayor propiedad de elasticidad a comparación de los materiales tradicionales como fierro fundido, acero, fibra resina, etc., resulta menos vulnerable para la realización de distribución, agua potable, gaseoductos, alcantarillados, en zonas clasificadas como sísmicas. (Oshiro, 2012)
- Resistente a la abrasión, El polietileno tiene una estructura molecular única, lo que le confiere resistencia a la abrasión, la muy larga molécula de polietileno, reacciona de una manera análoga a una cama elástica, cuando las partículas abrasivas inciden en eso, las partículas simplemente rebotan en ella. (Zlokovitz & Juran. 2005)
- Bajo factor de fricción, las paredes del tubo pueden considerarse hidráulicamente lisas y ofrecen una resistencia mínima a la circulación del fluido produciendo perdidas de carga inferiores a las tuberías de materiales tradicionales.

Debido a su gran resistencia química y a la abrasión, las tuberías de HDPE mantienen excelentes propiedades de escurrimiento, durante su vida útil. Gracias a sus paredes lisas y a las características de impermeabilidad del HDPE, es posible obtener una mayor capacidad de flujo y mínimas perdidas por fricción.

Para los cálculos de flujo de baja presión, se utiliza comúnmente un factor “C” de 150 para la fórmula de Hazen-Williams. Cuando el flujo es gravitacional, se utiliza un factor “n” de 0,009 para la fórmula de Manning. (Arriagada, 2005).

- Duraderas: vida útil superior a 50 años, con un coeficiente residual de seguridad al alcanzar este tiempo.
- Flexibles y resistentes: La gran resistencia de las tuberías de HDPE, es una importante característica derivada de las propiedades químicas y físicas, tanto del material como del método de extrusión. La tubería no es frágil, es flexible, por lo que puede curvarse y absorber cargas de impacto, en un amplio rango de temperaturas. Esta resistencia y flexibilidad, permiten a la tubería absorber presiones, vibraciones y tensiones, causadas por movimientos del terreno. Pueden deformarse sin daño permanente y sin efectos adversos sobre el servicio a largo plazo. (Arriagada, 2005).
- Ligeras, fáciles de transportar y montar, lo que se traduce en economía de medios para su instalación.
- Propiedades eléctricas, El Polietileno es un óptimo aislante por su estructura no polar, característica notable utilizada en diferentes aplicaciones. (Oshiro, 2012)

El polietileno se puede clasificar de acuerdo a su densidad en tres:

- Polietileno de baja densidad
- Polietileno de mediana densidad
- Polietileno de alta densidad

El polietileno de baja densidad su densidad es comprendida entre 0.91 – 0.93 g/cm³. La tubería de baja densidad comercial es PE 40. Se obtiene por polimerización del etileno a altas presiones (1200atm y 200°C. (Marín, 2004).

El polietileno de mediana densidad, es un polímero con densidad comprendida entre 0.93 – 0.95 g/cm³. La tubería comercial de mediana densidad es PE 80. (Marín, 2004).

El polietileno de alta densidad tiene densidad mayor a 0.95 g/cm³, llamadas también PEAD (polietileno de alta densidad) o HDPE (high

density polyethylene). Se obtiene por polimerización del etileno a presiones bajas (1-200atm). La tubería comercial de alta densidad es PE 100. (Marín, 2004).

Las tuberías de PE ofrecen soluciones óptimas para conducciones de muy diversa naturaleza (agua, gas, canalización eléctrica, fluidas industriales, etc.)

Algunas de las aplicaciones de las tuberías de PE se detallan a continuación:

- Distribución y conducción de agua potable
- Saneamiento y/o alcantarillado
- Micro Irrigación
- Conducción de gas
- Protección de cables eléctricos, telefónicos, fibra óptica, etc.
- Drenaje y alcantarillado subterráneo
- Transporte de sólidos
- Emisarios submarinos
- Rehabilitación de conducciones existentes
- Instalación sin apertura de zanja
- Refrigeración de líneas eléctricas
- Protección de conducciones de calefacción.

En mi trabajo de Investigación hablaremos de la tubería de polietileno PE 100 para desagüe color naranja cumpliendo con la norma NTP ISO 8772-2009, clase SDR 33 – S16 SN2 para profundidades hasta 3 metros y las de clase SDR 26 S12.5 SN4 para profundidades mayores a 3 metros y solo hasta 5 metros. (Oshiro, 2012).

Esta división del uso de diferentes clases de tuberías viene a ser por la profundidad del trabajo puesto que cada clase de tubería tiene un espesor distinto para el tipo de trabajo en el cual se ha requerido. Al tener mayor profundidad el colector existente va a demandar una mayor curvatura en la

tubería, es por ellos que el coeficiente SDR (relación de dimensión estándar) viene a ser la relación entre el diámetro externo y el espesor de la tubería.

Las tuberías de polietileno PE-100 SDR 33 y SDR 26 (ver anexo 04, tabla 01 y tabla 02) en el mercado se encuentran en diámetros comerciales de 200 mm (8”), 250 mm (10”) y 315 mm (12”). (Oshiro, 2012)

La Termofusión o soldadura a tope: se realiza a tuberías de media y alta densidad (PE 80 y Pe 100) de un diámetro mayor a 90 mm y espesores de pared superiores a 3 mm. (AseTUB, 2010)

Antes del proceso de renovación de colectores se requiere que las tuberías de polietileno estén unidas previamente de acuerdo a la longitud del tramo mediante algún tipo de unión mecánica o soldadura a temperatura dependiendo el tipo de diámetro de la tubería, las más comunes son:

- Soldadura por Termofusión
- Soldadura por Electrofusión
- Uniones mecánicas

El proceso más utilizado para colectores de alcantarillado es la termofusión de tuberías de HDPE, por otro lado para redes de agua potable es más usado la electrofusión de tubos de agua y sus diversos accesorios, y finalmente las uniones mecánicas se usan para sistemas de riego.

La unión de tuberías de HDPE por soldaduras a tope o también llamada termofusión, es utilizada en el rubro del saneamiento y entre otros.

Para el proceso de termofusión (ver anexo 03, figura 05) se utilizará el equipo BASIC 315, con sus respectivas especificaciones técnicas (ver anexo 04, tabla 03).

El proceso de soldadura por termofusión (ver anexo 03, figura 06) consta de los siguientes pasos:

- Ubicar la máquina. En caso necesario, por lluvia, frío o viento, montar una tienda.
- Se determina la tabla de parámetros a utilizar de acuerdo a SDR (Relación dimensional estándar). (AseTUB, 2010)
- Programar la temperatura del plato calefactor de acuerdo a la tabla.

- Colocar tuberías o piezas especiales en las mordazas.
- Alinear y fijar ambos extremos a soldar, con ayuda de polines y otros soportes.
- Medir la presión de arrastre Pt.
- Unir tuberías revisando alineación y simetría de las partes a unir (máximo desplazamiento 10% de espesor de pared)
- Introducción del refrentador o fresador entre ambas caras para rectificar las superficies a soldar, girando siempre el seguro, fijando el refrentador y evitando posibles accidentes hasta tener virutas uniformes en todo el perímetro de la tubería.
- Retirar la fresadora cuando este se encuentre totalmente detenido.
- Eliminar suciedad de las tuberías de HDPE y del equipo (virutas), asegúrense de contar con una bolsa para echar desperdicios originados por el proceso.
- Chequear nuevamente alineación y simetría de ambos extremos refrentados.
- Comprobar presión de arrastre Pt. (AseTUB, 2010)
- Chequear que el plato calefactor tenga la temperatura indicada en la tabla (220 °C).
- El plato calefactor deberá limpiarse con papel absorbente y alcohol isopropílico al igual que los extremos a soldar. (AseTUB, 2010)
- Precalentamiento, la superficie a soldar se aprieta contra el elemento calefactor. El objetivo de esta acción es formar un cordón uniforme en el perímetro, de espesor indicada en la tabla de parámetros y un tiempo aproximado entre 10 a 15 seg.
- Calentamiento con tu tiempo entre 1min a 2min dependiendo del diámetro y espesor, formado el cordón se lleva la máquina a presión mínimo por un tiempo de 5 a 7 seg. (AseTUB, 2010)
- Luego del calentamiento y haber retirado el plato calefactor, se procede a la soldadura que dura entre 10 a 15min, dependiendo del diámetro y espesor.
- Una vez alcanzada la presión final se espera el tiempo correspondiente de enfriamiento de 15min aprox. (AseTUB, 2010)

- Pasado el tiempo de enfriamiento aflojar las abrazaderas y retirar el tubo o la máquina y se inspecciona visualmente la unión fusionada dejando registro de chequeo en la cartilla de control. (AseTUB, 2010)

Limpieza de colectores con máquina de balde: consiste en realizar la limpieza de los colectores existentes (ver anexo 03, figura 07). Es una actividad del mantenimiento correctivo y preventivo a la vez que debe ser programada, y se lleva a cabo cuando los colectores están colmatados y se procede a su limpieza total. La actividad de la limpieza de alcantarillado con máquina de balde, consta de dos equipos: la maquina dragadora o limpiadora y la maquina jaladora o recuperadora de cables; los cuales para iniciar la actividad es necesario unir los cables de ambas maquinas colocados entre dos buzones próximos para así de esta manera iniciar el proceso de arrastre, desplazamiento y quiebre del material sedimentado y/o acumulado. Para la unión de las dos máquinas entre un buzón y otro, se emplea una varilla flexible de fibra, la cual por su dureza y flexibilidad, permite romper la sedimentación inclusive en muchos lugares represados, permitiendo así la unión de las dos máquinas. Este primer paso también permite evaluar en algunos casos el estado de la tubería puesto que al ser retirada dicha varilla el color del material empujado (marrón/barro) se puede determinar la caída del techo de dicha tubería. Una vez unidos los cables, se inicia el proceso de limpieza de alcantarillado; usando para ello diversos elementos. (Chumpitaz ,2015)

Tal como se aprecia en la Figura 07, las máquinas de balde se acondicionan en dos buzones próximos de tal manera que el equipo de arrastre pueda desplazar las sedimentaciones acumuladas en los diámetros internos de las tuberías.

La eficiencia de la limpieza de alcantarillado, con máquina de balde es alta del 100% de metros lineales trabajados el 98% de ellos han sido recuperados (ver anexo 03, figura 08 y figura 09), permitiendo la recuperación de acuerdo a las inspecciones televisivas llevadas a cabo, posterior a la limpieza de la casi totalidad de los diámetros del interior de la tubería, mejorándose los

flujos y recuperando las líneas a un costo bastante bajo. La exigencia de cámaras de retención en restaurantes y talleres mecánicos, así como en las faldas de los cerros y en algunos otros lugares específicos, un control adecuado de las tapas, de las cajas domiciliarias en los sectores urbano marginales, una constante y buena comunicación a la población de los beneficios de buen uso y de los inconvenientes que ocasionan su mal uso, así como el asesoramiento y/o exigencias de los contratistas y/o profesionales para los montajes y supervisión de las líneas de alcantarillado, son justo con la limpieza de alcantarillado con máquina de balde la mejor inversión al mejor costo para la reintegración de la totalidad del sistema de alcantarillado de la Ciudad de Cajamarca.

Inspección televisiva de colectores de alcantarillado: la inspección televisiva nos muestra en video el estado del interior de las tuberías de alcantarillado (ver anexo 03, figura 10), luego de la limpieza por máquinas de baldes se procede a realizar una inspección televisiva para ver el resultado de la limpieza por máquina de baldes o identificar la ubicación de las conexiones domiciliarias.

Winch o Hydroguide: es el equipo mecánico que se encarga de mantener en forma alineada la tubería nueva a ingresar por el método de fragmentación (ver anexo 03, figura 11 y 12), el equipo utiliza un cable que se ingresa por la tubería existente de un extremo al otro para unirlo mediante un grillete al martillo neumático. Para la ejecución de la fragmentación neumática se utiliza el Hydroguide HG12.

El equipo HG-12 presenta las siguientes especificaciones técnicas, tales como diámetro de cable, potencia, peso entre otros (ver anexo 04, tabla 04)

El martillo o topo neumático: es la herramienta que se encuentra sujeta mediante un grillete con el cable del winch (ver anexo 03, figura 13), a su vez es impulsada por aire comprimido mediante mangueras conectadas a una computadora.

Su acción mecánica es similar a la de martillar un clavo a una pared. Para la ejecución de la fragmentación de tuberías se utiliza un martillo de 5 ¾” para tuberías de 200mm y un martillo de 8” para tuberías de 250mm y 315mm.

El topo neumático presenta las siguientes especificaciones técnicas de fragmentación dados por el fabricante, tales como diámetro, longitud, peso, recomendaciones para tuberías de diferentes diámetros (ver anexo 04, tabla 05)

Compresora: Es una máquina de fluido (ver anexo 03, figura 14) que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tales como gases y vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido, en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir. En nuestro caso hemos utilizado el compresor de marca SULLAIR que se encuentra unida mediante mangueras al martillo neumático, al accionar la compresora el martillo empieza a percutir por el aire comprimido que ingresa comenzando así el proceso de fragmentación. Para la ejecución de la fragmentación de tuberías se utiliza una compresora de 175 PCM para tuberías de 200mm y una compresora de 375 PCM para tuberías de 250mm y 315mm.

El cabezal de rotura o expensor: cumple la función de habilitar de espacio a la nueva tubería que ingresa durante la fragmentación de la tubería existente (ver anexo 03, figura 15), puede encontrarse en la parte delantera del martillo neumático o en la parte trasera, tiene distintas formas y tamaños. Existen expansores a los cuales van soldados aletas de acero para poder fragmentar tuberías de hierro fundido.

Pasacable guía tipo cobra: es un cable de acero galvanizado de ½” (ver anexo 03, figura 16), que se utiliza como parte de la instalación de las mangueras de

la compresora dentro de las tuberías soldadas por termofusión así como para determinar posibles partes donde se encuentra la tubería existente colmatada.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los costos directos?
- ¿Cuál es la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los tiempos de ejecución?
- ¿Cuál es la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los impactos sociales y ambientales?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado en la ciudad de Cajamarca, según los costos directos.
- Determinar la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado

en la ciudad de Cajamarca, según los tiempos de ejecución.

- Determinar la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado en la ciudad de Cajamarca, según los impactos sociales y ambientales.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

“Existe diferencia significativa entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca”.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- “Existe diferencia significativa entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los costos directos”.
- “Existe diferencia significativa entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los tiempos de ejecución”.
- “Existe diferencia significativa entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los impactos sociales y ambientales”.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo tiene como diseño de investigación: descriptivo – comparativo, dado que describe cada una de las variables de investigación y compara los resultados de manera cuantitativa de cada una de las variables.

También el presente trabajo abarca a una investigación no experimental - transversal, dado que la información se obtiene una sola vez, en un período de tiempo, sin manipular y observando las variables.

Como primera variable tenemos, el método de fragmentación de tuberías, que continuación vamos a describir tanto los trabajos previos y el proceso constructivo: Antes del inicio de los trabajos deberán cumplirse, bajo responsabilidad del residente de obra, los siguientes requisitos:

- Verificar que se disponga de planos de las redes existentes de agua, alcantarillado, gas, cables eléctricos, fibra óptica y sus detalles, para realizar calicatas para la verificación de las interferencias.



Figura N°01: Calicatas – Verificación de interferencias.

Fuente: Elaboración propia

- Contar con la aprobación del trazo y replanteo por parte de la supervisión a cargo.

- Verificar la naturaleza del terreno existente antes de la colocación de la tubería, en algunos casos es necesario realizar calicatas exploratorias.
- Se solicita al proveedor los certificados de calidad de las tuberías de HDPE y accesorios, se verificará que éstas estén en perfectas condiciones y que cumpla con las especificaciones técnicas tanto en diámetro, clase y espesor.

La cuadrilla debe contar con los elementos de seguridad respectivos y con los equipos necesarios debidamente operativos para las distintas etapas del proceso constructivo.

- Contar con la logística necesaria para posterior a la fragmentación de los colectores se ejecuten el cambio de las conexiones domiciliarias de desagüe para que estas no colapsen al quedar tapadas por la nueva tubería de polietileno instalada con el método sin zanja.

Una vez cumplido los requisitos previos, se puede iniciar a ejecutar la rehabilitación de redes mediante la fragmentación de tuberías mediante la tecnología fragmentación de tuberías; a continuación se detallan cada una de ellas en el orden que comprende la ejecución:

- Las tuberías para las redes de alcantarillado deben cumplir con la norma ya mencionada previamente ISO 8772-2009, la tubería a utilizar será PE-100, para profundidades no mayores a 3 metros utilizaremos la de clase SDR 33- S16 y para profundidades mayores a 3 metros utilizaremos la de clase SDR 26- S12.5. Las tuberías vienen en presentación comercial de 6 metros lineales, ya teniendo las tuberías en campo, se procede a realizar la unión de las tuberías mediante el proceso de termofusión dependiendo de la distancia total de la red de alcantarillado que se desea instalar, de forma paralela se realiza la preparación de la tubería existente a fragmentar.



Figura N° 02: Tubería soldada de HDPE habilitada para la fragmentación

Fuente: Elaboración propia

- Preparación de la tubería existente, El tramo de red de alcantarillado a cambiar debe pasar por una limpieza con equipos que sea capaz de remover lodos, escombros, grasas, piedras, etc. El método más utilizado es la limpieza por máquina de baldes, el cual debe ser verificada su efectividad mediante una inspección televisiva posterior y la aprobación de la supervisión a cargo.

- Inspección televisiva de la tubería existente, La inspección televisiva nos mostrará lo exitoso que fue la limpieza por máquina de balde, de no ser así se deberá volver a limpiar la tubería, adicionalmente nos muestra la ubicación y cantidad de conexiones domiciliarias existente en la tubería de alcantarillado.



Figura N° 03: Inspección Televisiva – Tuberías de PVC.

Fuente: Elaboración propia

- Demolición de media caña y pared del buzón, Se procede con la demolición de las medias cañas y paredes de los buzones con la finalidad de dar paso al cabezal de rotura.



Figura N°04: Operarios demoliendo pared externa de buzón.

Fuente: Elaboración propia.

- Desvío de flujo existente, con la finalidad de mantener el servicio de alcantarillado en funcionamiento, se procede a desviar los flujos de aguas servidas del tramo en trabajo, a través de bombeo y By-pass.

Se instala la cantidad de by-pass necesarios para asegurar la continuidad del flujo en la red de alcantarillado.

En primer lugar se instala los tapones de jebe inflable (en cantidad igual al número de by-pass) del diámetro de la tubería existente en el buzón agua arriba del tramo a ejecutar, a continuación se instala la motobomba (la cantidad de motobombas dependerá del caudal que se desea bombear) Se utiliza 2 motobombas de 6” y manga de 200 ml de 6” y 1 motobomba de 4” y manga de 200 ml de 4”, que conducirían las aguas residuales en forma continua al buzón siguiente aguas abajo del tramo a ejecutarse de preferencia, si no fuera posible se bombea al buzón más cercano.

Asimismo, se realiza el taponeo temporal de las conexiones domiciliarias de alcantarillado que descargan al tramo a rehabilitar, previa comunicación al usuario.



Figura N°05: Desvío de flujo existente con motobomba de 4”.

Fuente: Elaboración propia.

- Habilitación de la ventana de inserción, después de coordinar el colector a renovar se procede a identificar los buzones existentes y proponer las ventanas de inserción, se procede preparar la ventana de inserción realizando el corte del pavimento generalmente 4 metros de largo y 80 centímetros de ancho para realizar la excavación hasta el fondo de tubería.



Figura N°06: Operario realizando el corte de la ventana de inserción.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°07: Excavación de ventana con retroexcavadora y un vigía.

Fuente: Elaboración propia.

Si la profundidad del buzón de entrada es mayor a 1.50 metros se incrementa el largo de la ventana de ingreso a una proporción de 2.5:1 o 3:1 (dependiendo del tipo de terreno) con respecto de la profundidad del buzón de entrada y a su vez se extiende del ancho de la ventana.



Figura N°08: Instalación de la tubería por la ventana de inserción.

Fuente: Elaboración propia.

- Fragmentación de tubería de alcantarillado, se ejecuta la rehabilitación mediante el empleo de la fragmentación neumática, siendo esta una técnica que consiste en la inserción de una herramienta de ruptura que cumple una función como martillo de desplazamiento, impulsada por aire comprimido desde un compresor.

Se procede a la renovación de las tuberías de alcantarillado mediante la fragmentación de las tuberías existentes mediante la tecnología Pipe Bursting para lo cual se debe seguir los siguientes pasos:

- Revisión de los equipos de fragmentación: winch, compresora, martillo neumático; deben contar con las condiciones técnicas dadas por el fabricante para su óptimo desempeño en el proceso constructivo.
- Instalación de winch en el buzón de salida, se deben alinear sus anclajes con dirección al martillo neumático, los anclajes tienen un alcance de 5 metros de profundidad.

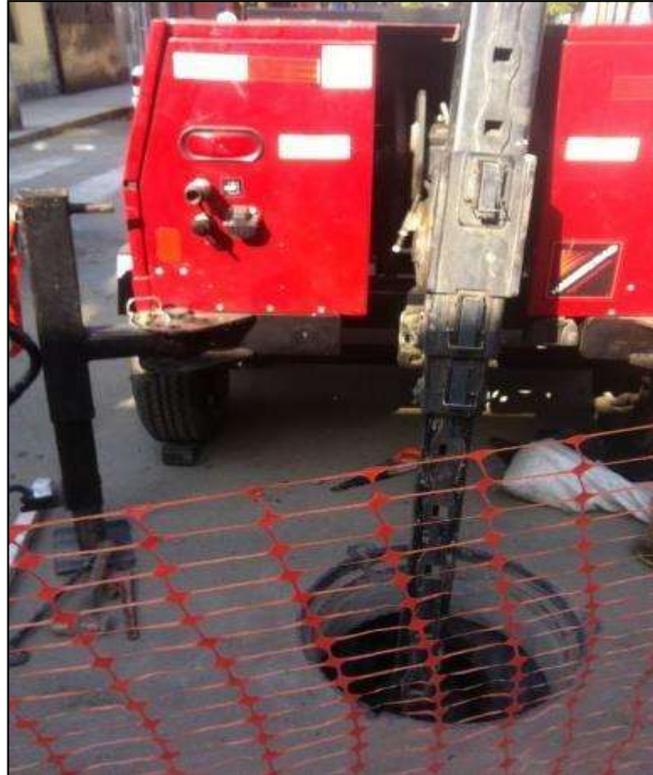


Figura N°09: Instalación de los anclajes del winch por el buzón de salida.

Fuente: Elaboración propia.

- El winch suelta un cable que debe pasar desde la ventana de salida hasta la ventana de entrada por el interior de la tubería existente; el proceso es fácil y rápido; con la ayuda de un cable guía tipo cobra que se ingresa por el interior del buzón de entrada hasta el buzón de salida, se amarra una soga al terminar de la Cobra, se enrolla la Cobra hasta que se visualiza la soga por el buzón de salida, por último se ata la soga al cable de winch y se jala manualmente hasta que el cable viaje por el interior de la tubería existente desde la ventana de salida hasta la ventana de ingreso.
- Simultáneamente se procede a empernar el cabezal de rotura la tubería de alcantarillado, una vez empernado el cabezal de rotura por la parte delantera de la tubería se activa el aire de la compresora para que el martillo neumático ingrese y se deslice por el interior de la tubería hasta que llegue a chocar con el cabezal de ruptura.



Figura N°10: Perforación de la tubería para empalmar el cabezal de rotura

Fuente: Elaboración propia.

- Una vez montado el martillo o topo neumático en el interior de la tubería se procede a enganchar el cable del winch con el martillo neumático y se inicia el proceso de fragmentación con el accionado del winch que jala el cable hasta que llegue a chocar el cabezal de ruptura con el emboquillado del buzón previamente demolido, una vez accionado el winch se procede a accionar la compresora de aire; la acción conjunta del winch y la compresora hacen que el martillo neumático golpee al cabezal de ruptura y este vaya fragmentando las paredes interiores de la tubería existente dándole paso a la tubería nueva, la tensión constante del winch mantiene al martillo neumático y al cabezal de ruptura manteniendo alineados con el eje de la tubería existente. Cuando el cabezal de ruptura llega al buzón de salida se corta la tubería para retirar dicho cabezal y se invierte el sentido de vibración de la compresora para que este se pueda retroceder y se deslice por el interior de la tubería nueva hasta su desmontaje.
- Para la ejecución de la fragmentación neumática se utiliza el equipo Hydroguide HG12, un topo de 5 ¾ “para tuberías de 200mm, un topo de 8” para tuberías de 250mm, 315mm y una compresora de 375 PCM.



Figura N°11: Ingreso del Topo hidráulico por la tubería nueva de HDPE

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°12: Puesta del grillete a la montura del topo unido al cable del winch

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°13: Tubería del HDPE ingresado por tubería existente de CSN

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°14: Llegada de la tubería en el buzón de salida.

Fuente: Elaboración propia.

- Excavación e instalación de conexiones domiciliarias, de forma paralela a la fragmentación se empieza a insertar las cajas de registro domiciliarias en las veredas, así como la rotura y excavación de las conexiones domiciliarias que descargan en la tubería rehabilitada. Se concluye con el entubado de las conexiones domiciliarias para su posterior relleno y compactación. Cabe recalcar que una vez la tubería de HDPE ya se encuentra instalada, las salidas de las conexiones domiciliarias al colector antiguo se encuentran bloqueadas por la nueva tubería de HDPE por lo cual se debe de cambiar las conexiones domiciliarias al nuevo colector de forma rápida ya que pueden llegar a llenar la tubería de la conexión domiciliaria y la caja de registro existentes.



Figura N°15: Excavación de Conexión

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°16: Electrofusión de conexión con colector.

Fuente: Elaboración propia.

- Relleno y compactación de las conexiones domiciliarias y ventanas, el relleno está comprometido en dos etapas. El primer relleno se compactado comprende a partir de la cama de apoyo de la tubería, hasta 0.30 m por encima de lomo del tubo, este relleno será de material selecto (similar al empleado para la cama), que sirve como amortiguador al impacto de los esfuerzos de las cargas externas. Luego vendrá el segundo relleno compactado en capas de 0.15 m, que está comprendido entre el primer relleno y la sub-base. Los rellenos se pueden realizar con minicargadores o retroexcavadoras y la compactación con vibroapisonadores, respetando los niveles.

El material de relleno compactado deberá contener la humedad óptima que las pruebas de compactación obtengan una densidad de relleno para áreas sin tráfico vehicular del 95% y para áreas con tráfico vehicular no menor al 98% de la máxima densidad obtenida mediante el ensayo del Densímetro Nuclear ASTM D-2922. El relleno final debe ser con

afirmado y hasta 0.05 m debajo del nivel del pavimento, compactándolo con equipos mecánicos hasta alcanzar un porcentaje de compactación no menor al 100% de la máxima densidad obtenida mediante el ensayo ASTM D-2922.



Figura N°17: Compactación de conexión.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°18: Densímetro Nuclear Norma ASTM D-2922.

Fuente: Elaboración propia.

- Resane de media caña y pared del buzón de Inserción, finalizado el proceso de fragmentación del tramo, se procede a realizar el resane de la media caña y emboquillado con concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con cemento tipo I, se procede a lijar el interior del emboquillado unos 5 cm para luego aplicarle diablo fuerte cubierto de una capa de arena. Luego se procede a encofrar las paredes del buzón procediendo a inyectar concreto fluido $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con cemento tipo I y acelerante de fraguado Sikarapid-1 o su equivalente en otras marcas. Se termina el proceso desencofrando las paredes del buzón.
- Actividades complementarias, finalmente se ejecuta las actividades complementarias de resanes de pistas. Veredas, jardines, adoquines, etc. De áreas que hayan sido afectadas durante el proceso de rotura así como de la eliminación de material excedente.



Figura N°19: Reposición de carpeta asfáltica en ventanas y conexiones

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°20: Limpieza y eliminación de material excedente a pulso.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente vamos a describir la segunda variable, es decir, el método convencional, Es el método tradicional para el cambio de colectores a zanja abierta. A continuación, se menciona el proceso constructivo del reemplazo de los colectores a zanja abierta:

- Verificar que se disponga de planos de las redes existentes de alcantarillado y sus detalles.
- Contar con la aprobación del trazo y replanteo por parte de la supervisión a cargo.
- Se solicita al proveedor los certificados de calidad de las tuberías de PVC y accesorios, cumpliendo las especificaciones técnicas.
- Los trabajadores deben de contar con los EPPs adecuados que cumplan con los estándares de seguridad.
- Señalización de la zona de trabajo y señalizaciones preventivas de desvío de tránsito en clausura de calles.
- Desvío de flujo y bombeo de desagüe, con la ayuda de motobombas y mangueras.

- Corte y rotura del tramo a rehabilitar, con un anchó mínimo de 0.80 m y 0.60 m para las conexiones domiciliarias.



Figura N°21: Corte de pavimento de concreto.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°22: Rotura de pavimento con retroexcavadora

Fuente: Elaboración propia.

- Excavación de zanjas y movimiento de tierras, con la ayuda de una retroexcavadora, para luego ser trasladado a un botadero o a un centro de acopio de rellenos sanitarios autorizado por DIGESA.



Figura N°23: Excavación de zanjas con retroexcavadora

Fuente: Elaboración propia.

- Entibado de la zanja abierta., para evitar que una zanja excavada modifique sus dimensiones a causa de derrumbes de tierra.

- Cambio e instalación de las tuberías nuevas, colocando una cama de apoyo de 0.10 m, luego se coloca las tuberías nuevas en toda el tramo, luego se realiza la nivelación topográfica con un nivel de ingeniero, con el fin de mantener la pendiente inicial, paralelamente a la instalación de la tubería se excava las conexiones domiciliarias existentes y la instalación de las tapa y cuerpos de las cajas de registro.



Figura N°24: Tendido e Instalación de tuberías de PVC

Fuente: Elaboración propia.

- Relleno y compactación, que consta de dos rellenos compactados y la base y sub-base, el primer relleno compactado, comprende a partir de la cama de apoyo hasta 0.30 por encima del lomo de la tubería, para poder compactar se usará un vibroapisonador, obteniendo una grado de compactación no menor al 95% de la máxima densidad seca, para el segundo relleno, se usa material seleccionado en capas de 0.15 m alcanzando un grado de compactación de 95% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado y finalmente para la base y sub base se usa afirmado y planchas vibratorias, obteniendo un grado de compactación no menor al 100% de la máxima densidad seca del Proctor modificado.



Figura N°25: Relleno y compactación de tramo.

Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas hidráulicas, con el fin de verificar la correcta instalación del nuevo colector, el tramo permanece con agua durante 12 horas como mínimo, el tramo debe estar a zanja abierta con sus uniones descubiertas.
- Rehabilitación de los buzones del tramo a rehabilitar.



Figura N°26: Reposición de techo de buzón.

Fuente: Elaboración propia.

- Actividades complementarias, que comprende en los resanes de pistas, veredas, jardines, sardineles. etc. de las zonas afectadas por el cambio de colectores.



Figura N°27: Reposición de pista con concreto premezclado

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

En mi trabajo de investigación, la población, es el sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca.

2.2.2. Muestra

Tomando como muestra tenemos la Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas e Instrumentos

Costos Directos.

Las técnicas usadas en mi Tesis de Investigación, para la obtención de datos, de mi primer Objetivo Específico, es la creación de una plantilla en S10 Presupuesto 2005, sobre los costos directos del método tradicional y el método de Fragmentación de Tuberías, se tomará el caso real de la Ejecución del Proyecto: “**Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca**”, proyecto que se ejecutó en el año 2018 por **EPS SEDACAJ S.A**, a lo largo de todo el Jr. Amazonas, desde la Av. El Maestro hasta el Jr. José Gálvez, Distrito y Provincia de Cajamarca, con un **Valor Referencial de S/. 1, 381,418.13**, Sistema de Contratación: por contrata a **Precios Unitarios**, con un plazo de ejecución de **90 días calendarios**, el cual comprende:

- La instalación de 1058.16 m de red de tubería de PVC de 315 mm clase 10
- Reposición de pistas de concreto de 1058.16 m².
- También se consideró actividades de seguridad y medio ambiente. Así como de señalización y control de tránsito durante la ejecución de la obra.

Para el método fragmentación de tuberías, tomaremos el cambio típico de colectores, de tramos de 50 metros lineales y sin tomar en cuenta el número de cambio de conexiones (Tabla 01).

Tabla 01

Costo Directo Cambio de Colector de 315 mm – Tecnología Fragmentación de Tuberías.

COSTO DIRECTO					
PROYECTO : "MÉTODO DE FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS, COMO MEJORA EN LA REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"					
CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA			FECHA: 10/08/2020		
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS				
01.01	LIMPIEZA E INSPECCIÓN DE COLECTORES				
01.01.01	LIMPIEZA CON MAQUINA DE BALDE	m			
01.01.02	INSPECCIÓN TELEVISIVA DEL COLECTOR EXISTENTE DE 315 MM	m			
01.02	ACTIVIDADES PREPARATORIAS A LA FRAGMENTACIÓN				
01.02.01	TRANSPORTE DE LOS EQUIPOS DE FRAGMENTACIÓN EN OBRA	und			
01.02.02	CORTE, ROTURA Y EXCAVACIÓN CALICATAS PARA UBIC. INTERFERENCIAS (3m x 1m), Hprof=1.70 m - PAV. MIXTO	m2			
01.02.03	CORTE, ROTURA Y EXCAVACIÓN DE VENTANAS (3m x 1m), Hprof=1.70 m - PAV.MIXTO	m2			
01.02.04	DEMOLICIÓN DE MEDIA CAÑA Y MURO DE BUZON PARA VENTANA	m3			
01.02.05	DESVIO DE FLUJO DE AGUAS SERVIDAS	m			
01.03	TERMOFUSIÓN DE TUBERÍA HDPE (SOLDADURA A TOPE) DN 315 mm				
01.03.01	TRANSPORTE DE TUBERIA HDPE EN OBRA	und			
01.03.02	SOLDADURA A TOPE DE TUBERÍA HDPE	m			
01.04	FRAGMENTACIÓN DE LA TUBERÍA EXISTENTE E INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA HDPE 315 mm				
01.04.01	INSTALACIÓN DE TUBERÍA MEDIANTE PIPE BURSTING	m			
01.05	RESANES Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS				
01.05.01	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE LAS CALICATAS (3m x 1m) Hprom=1.70 m	m3			
01.05.02	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE VENTANA (3m x 1m) Hprom=1.70 m	m3			
01.05.03	RESANE DE DADOS DE ANCLAJE Y MURO DEL BUZON	m3			
01.05.04	RESANE MEDIA CAÑA	m3			
01.05.05	ELIMINACION DE DESMONTE	m3			
01.05.06	REPOSICIÓN DE LOSA DE CONCRETO - CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 e=0.18 m	m2			
01.05.07	REPOSICIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA e=3"	m2			
			Costo Directo: S/.		

Fuente: Elaboración Propia

Cabe mencionar que estamos seleccionando las partidas relevantes, para el análisis de los costos directos, del Expediente Técnico “**Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca**”, para poder realizar la comparación cuantitativa (Tabla 02)

Tabla 02

Costo Directo Cambio de Tubería de 315 mm – Método Convencional.

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1	REHABILITACION DE LA RED PRIMARIA DE AGUA POTABLE DEL Jr AMAZONAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA	-	-	-	-	-
1.1	OBRAS PRELIMINARES					
1.1.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA	glb				
1.1.5	TRAZO Y REPLANTEO DE ZANJAS INICIAL	m				
1.1.6	ROTURA PAVIMENTO MIXTO 2" ASFALTO+20 CM CONCRETO CON MAQUINARIA	m ²				
1.1.7	ROTURA PAVIMENTO MIXTO 2" ASFALTO+20 CM CONCRETO - MANUAL	m ²				
1.1.8	DESMONTAJE Y RETIRO DE TUBERIA EXISTENTE	m				
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
1.2.1	EXCAVACION DE ZANJA (A=1M) PARA TUB. PVC 315 MM CON MAQUINARIA	m				
1.2.2	EXCAVACION DE ZANJA (A=1M) PARA TUB. PVC 315MM - MANUAL	m				
1.2.5	RELLENO Y COMPACTACION ZANJA PARA TUBERIA DE 315mm, MATERIAL DE PRESTAMO	m				
1.2.7	RELLENO Y COMPACTACION ZANJA PARA TUBERIA DE 315mm, MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m				
1.2.9	PREPARACION DE CAMA DE APOYO TUB. PVC 315 mm, UF NTP ISO 1452	m				
1.2.11	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON VOLQUETE Y CARGUIO MANUAL	m ³				
1.2.12	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m ³				
1.3	INSTALACION DE TUBERIAS DE AGUA					
1.3.1	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA INSTALACION DE TUBERIAS	m				
1.3.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PVC 315 mm, UF NTP ISO 1452 - C10	m				

1.3.4	NIVELACION Y CONFORMACION DE FONDOS EN TERRENO NORMAL	m				
1.6	PISTAS					
1.6.1	SUB BASE E= 0.15 m	m ²				
1.6.2	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =210 Kg/cm ² LOSA H=0.18 m	m ²				
1.6.3	CONCRETO f _c = 210 kg/cm ² EN SARDINEL DE CUNETAS	m ³				
1.6.4	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²				
1.6.5	JUNTAS ASFALTICAS	m				
1.6.6	CARPETA ASFALTICA EN FRIO	m ³				
		Costo Directo : S/.				

Fuente: Expediente Técnico “Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca” – EPS SEDACAJ S.A

A continuación vamos a usar la tabla 03 con el objetivo de realizar una comparación cuantitativa, entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, tomando en cuenta el costo por ml de cada método y el ahorro porcentual que representa.

Tabla 03

Resumen comparativo de costos directos.

ITEM	ACTIVIDAD	FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS		MÉTODO CONVENCIONAL		AHORRO
		COSTO 50 ML (S/.)	COSTO POR ML (S/.)	COSTO 50 ML (S/.)	COSTO POR ML (S/.)	PORCENTUAL
1	CAMBIO DE TUBERÍA DE 315 mm					

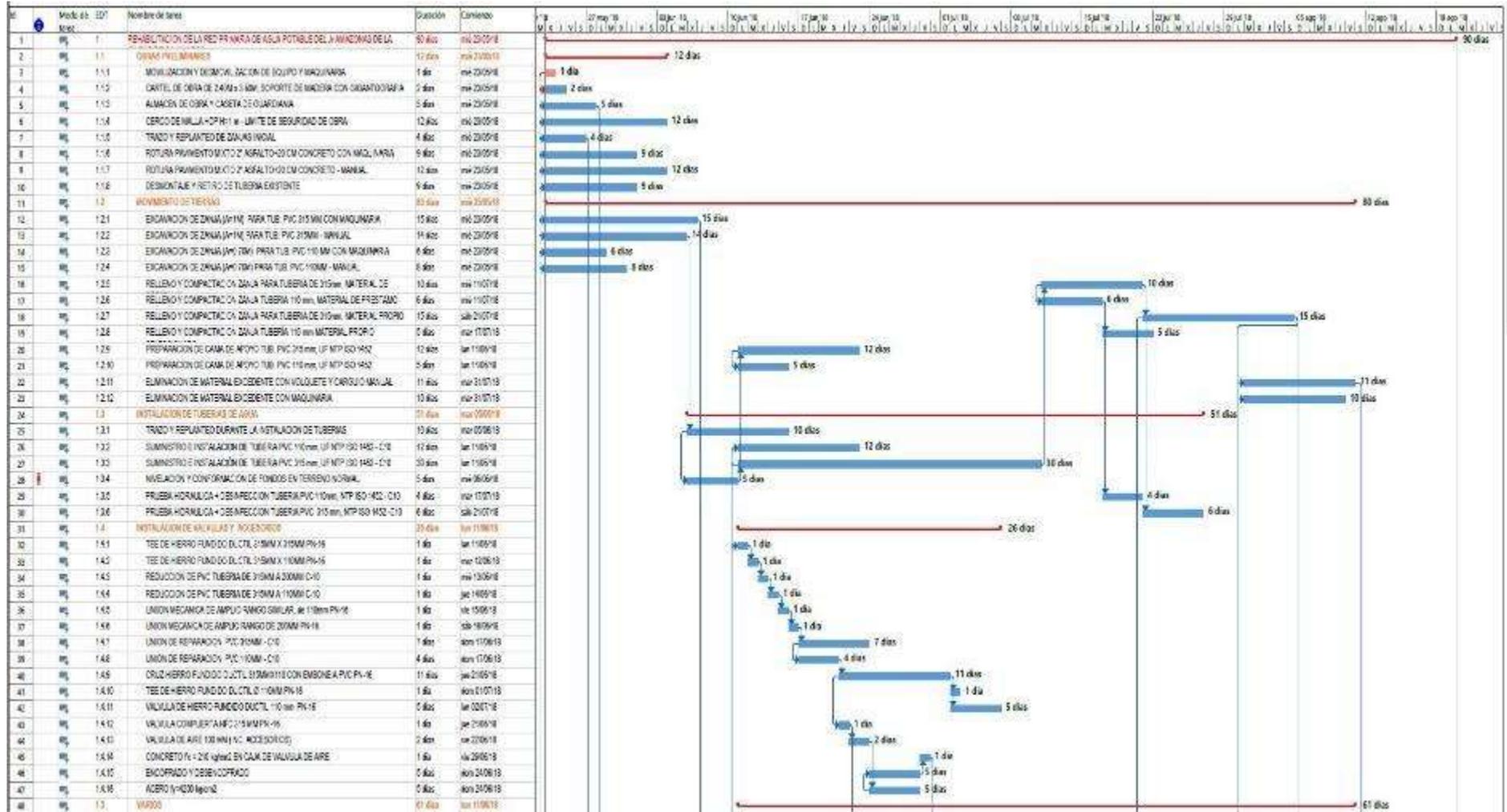
Fuente: Elaboración Propia

Tiempo de Ejecución.

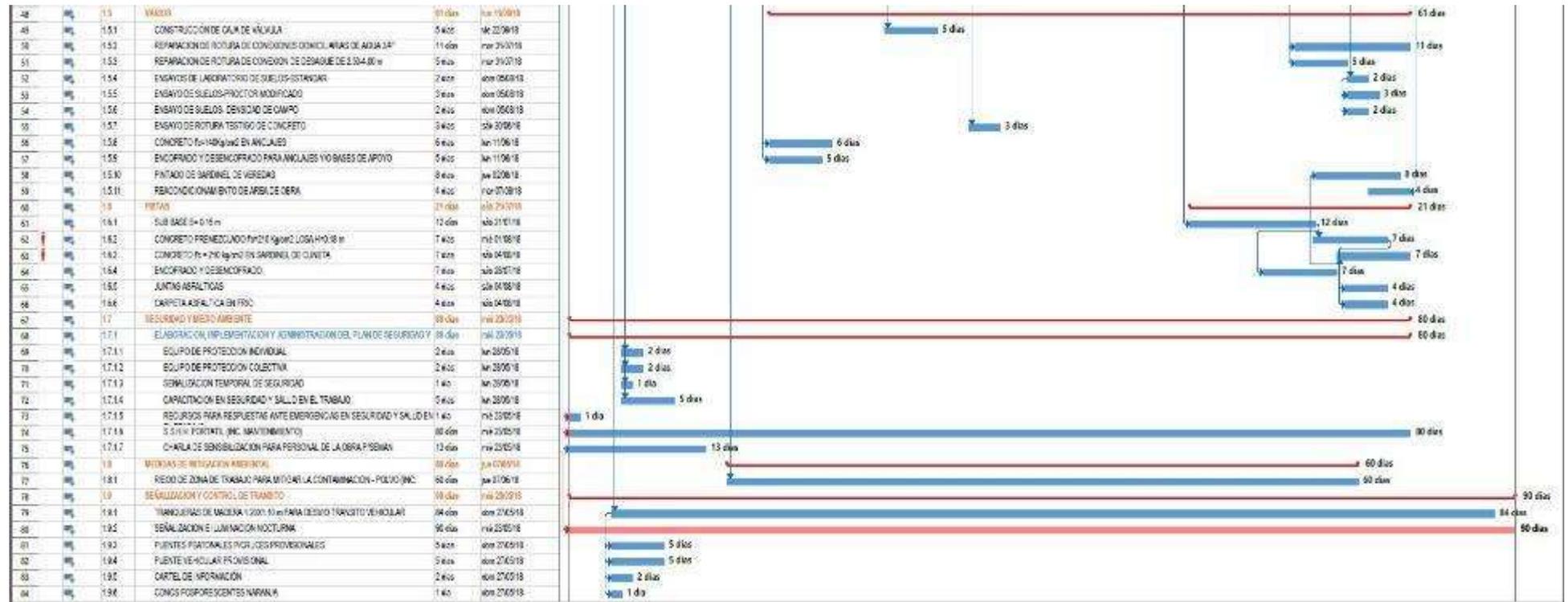
Para la comparación del tiempo de Ejecución, haremos uso del programa Ms Project, utilizando el Cronograma (Tabla 04) de Ejecución del Proyecto de 90 días: **“Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”**

Tabla 04

Cronograma de ejecución de obra – Método Convencional



“Método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca”



Fuente: Expediente Técnico “Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca” – EPS SEDACAJ S.A

En la tabla 05 vamos a describir el Cronograma de Actividades del método fragmentación de tuberías.

Tabla 05

Cronograma de Actividades – Fragmentación de tuberías.

Cronograma de Actividades	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5
Fragmentación de tuberías					
Limpieza de colectores con máquina de balde					
Inspección televisiva del colector existente de 315 mm					
Identificación de interferencias					
Señalización					
Corte de ventanas					
Rotura y excavación de ventanas					
Debilitación de buzones					
Instalación de Winche					
Soldadura de la tubería de polietileno					
Habilitación de la tubería HDPE					
Fragmentación de tuberías					
Reconstrucción del cuerpo de buzón y anclajes de buzón					
Reconstrucción de media caña					
Compactación					
Resane de Pav. Mixto					
Eliminación de desmonte					

Fuente: Elaboración Propia

Impacto Social y Ambiental.

Para realizar la comparación Social y Ambiental, vamos hacer uso de la Matriz de Leopold, cabe resaltar que la Matriz de Leopold fue desarrollada en los años 70 por el Servicio Geológico del Departamento del Interior de Estados Unidos, para ser aplicada en proyectos de construcción; sin embargo ha ido expandiéndose su aplicabilidad a diversos tipos de proyectos.

La evaluación de impactos a través de la matriz de Leopold consta de varios pasos:

- A. Identificación de las acciones del proyecto y de las componentes del medio físico afectado.
- B. Estimación subjetiva de la magnitud del impacto, en una escala de 1 a 10 siendo el signo (+) un impacto positivo y el signo (-) un impacto negativo.
- C. Evaluación subjetiva de la importancia, en una escala de 1 a 10, tal como se muestra en la figura 28.



Figura N°28: Casilla Magnitud e Importancia – Matriz de Leopold

Fuente: Leopold, L. (1971).

La Magnitud se define como el grado, extensión o escala del impacto. La importancia refleja la significación humana del impacto. El puntaje asignado a la importancia es un proceso normativo o subjetivo, mientras que el puntaje asignado a magnitud puede ser relativamente objetivo o empírico tal como se muestra en la tabla 06.

Tabla 06

Tabla de Evaluación de Impactos – Matriz de Leopold.

IMPACTOS NEGATIVOS					
MAGNITUD			IMPORTANCIA		
INTENSIDAD	IRREVERSIBILIDAD	CALIFICACION	DURACION	EXTENSION	CALIFICACION
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Medio	-2	Medio	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Medio	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Medio	Medio	-5	Medio	Local	+5
Medio	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Medio	-8	Medio	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

IMPACTOS POSITIVOS					
MAGNITUD			IMPORTANCIA		
INTENSIDAD	IRREVERSIBILIDAD	CALIFICACION	DURACION	EXTENSION	CALIFICACION
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Medio	+2	Medio	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Medio	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Medio	Medio	+5	Medio	Local	+5
Medio	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Medio	+8	Medio	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy Alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: Leopold, L. (1971).

“Método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la Rehabilitación del sistema de alcantarillado en la ciudad de Cajamarca”

A continuación vamos a describir el procedimiento a usar, para el Estudio de Impacto Social y Ambiental, aplicada en la Tecnología Fragmentación de Tuberías y Método Convencional, para este último vamos a evaluar el Proyecto: “Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”

Identificación de los Impactos.

El primer paso consta en Identificar los Impactos de cada método: Tecnología Pipe Bursting y el Método Convencional, en el ámbito Social y Ambiental, tomando en cuenta la relevancia de cada una de las actividades y el impacto positivo y negativo que estas conlleva, tal como se muestra en la tabla 07 y tabla 08.

Tabla 07

Matriz de Identificación – Tecnología Fragmentación de tuberías.

MATRIZ DE EVALUACIÓN NIVEL CUALITATIVO		MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN																	
		"MÉTODO CONVENCIONAL Y EL MÉTODO DE FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS, EN LA REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA"																	
		LIMPIEZA E INSPECCIÓN DE COLECTORES		ACTIVIDADES PREPARATORIAS A LA FRAGMENTACIÓN						TERMOFUSIÓN DE TUBERÍA HOPE (SOLDADURA A TOPE) DN 315 mm		FRAGMENTACIÓN		RESANES Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS					
FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS		IMPACTOS AMBIENTALES	LIMPIEZA CON MÁQUINA ULTRASONICA	INSPECCIÓN TELEVISIVA DEL COLECTOR CON CÁMERA DE 3000 MM	TRANSPORTE DE LOS EQUIPOS DE FRAGMENTACIÓN EN OBRA	CORTE, ROTURA Y EMPUJE DE TUBERÍA PARA DIB. INTERFERENCIAS 30m x 10m, MIXTO.	CORTE, ROTURA Y EMPUJE DE TUBERÍA 30m x 10m, HORIZONTAL-70 m	DESARROLLO DE UN PLANO DE RECONSTRUCCIÓN PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PARA VENTANA	DESVÍO DE FLUJO DE AGUAS SERVIDAS	TRANSPORTE DE TUBERÍA HOPE EN OBRA	SOLDADURA A TOPE DE TUBERÍA HOPE	INSTALACIÓN DE TUBERÍA MEDIANTE PIPE BURSTING	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE LAS CIMENTACIONES (C-210) VENTANA (3m x 10m)	RESANES EN LOS RESANES DE ANCLAJE Y BUZO DE BUZON	RESANE MEDIA CAÑA	ELIMINACION DE DESMONTE	REPOSICIÓN DE LOSA DE CONCRETO C-210 PREMEZCLADO (4-210) Espesor 400x18 mm	REPARACIÓN DE CIMENTACIÓN A SFALTICA 60-3"	
MEDIO FÍSICO	INERTE	1.- Aire	a) Calidad del aire																
			c) Nivel de Ruido																
		2.- Suelos	b) Contaminación (física, química, microbiológica)																
		3.- Agua	a) Aguas Superficiales																
	4.- Proceso	a) Drenaje Superficial																	
BIOTICO	Flora	a) Cubierta vegetal																	
		b) Cultivos																	
	2. Fauna	a) Diversidad de especies																	
PERCEPTUAL	1.- Paisaje	a) Calidad Paisajística																	
SOCIOECONÓMICO	Estructura de Ocupación	a) Empleo																	
		a) Calidad de Vida																	
		b) Salud y seguridad																	
		c) Tráfico Vehicular																	
		d) Comercio y Servicios																	
	e) Estilo de vida																		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Matriz de Leopold – Método Convencional “Rehabilitación de la Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”

MATRIZ DE EVALUACIÓN NIVEL CUALITATIVO			MATRIZ DE LEOPOLD																SUMATORIA										
			OBRAS PRELIMINARES				MOVIMIENTO DE TIERRAS				INSTALACION DE TUBERIAS DE AGUA				PISAS														
IMPACTANTES	MAGNITUD	IMPORTANCIA	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO Y MAGUINARIA	CERCO DE MALLA 1.50 M DE ANCHO Y 1.50 M DE ALTURA	TRAZO Y REPLANTEO DE ZANJAS INICIAL	ROTURA PAVIMENTO MKTO 2" ASFALTO-20 CM CONCRETO CON MAGUINARIA	ROTURA PAVIMENTO MKTO 2" ASFALTO-20 CM CONCRETO - MANUAL	DESMONTAJE Y RETIRO DE TUBERIA EXISTENTE	EXCAVACION DE ZANJA (A=1.50 M) PARA TUB. PVC 315 MM CON MAGUINARIA	EXCAVACION DE ZANJA (A=1.50 M) PARA TUB. PVC 315MM - MANUAL	RELLENO Y CORMAQUINACION DE ZANJA PARA TUBERIA DE 315mm MATERIAL DE PRESASMO	RELLENO Y CORMAQUINACION DE ZANJA PARA TUBERIA DE 315mm MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	PREPARACION DE ZANJA DE 1.50x1.50 M. PVC 315 MM UF NTP ISO 9452	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON VOLICUETE Y CAQUID MANUAL	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAGUINARIA	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA INSTALACION DE TUBERIAS	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 315 mm. UF NTP ISO 1452 - C10	NIVELACION Y CORMAQUINACION DE FONDOS EN TERRENO NORMAL	SUB BASE E= 0.15 m	CONCRETO Premezclado f'c=210 kg/cm2 LOSA H=0.18 m	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 EN SARDINEL DE CUNETAS	ENGOFRADO Y DESENGOFRADO	JUNTAS ASFALTICAS	CARPETA ASFALTICA EN FRIO	+	-			
			MEDIO FISICO	1- Aire	a) Calidad del aire																								
b) Nivel de Ruido																													
2- Suelos	a) Relieve y Topografía																												
	b) Contaminación (física, química, microbiológica)																												
3- Agua	a) Aguas Superficiales																												
	b) Drenaje Superficial																												
4- Proceso	a) Cubierta vegetal																												
	b) Cultivos																												
BIOTA	1- Flora	a) Diversidad de especies																											
	2- Fauna	a) Diversidad de especies																											
PERCEPTUAL	1- Paisaje	a) Calidad Paisajística																											
	2- Estructuras	a) Empleo																											
SOCIOECONOMICO	1- Estructuras de actividad	a) Calidad de Vida																											
		b) Salud y seguridad																											
	2- Comercio y Servicio	a) Comercio y Servicio																											
		b) Estilo de vida																											
	ACCIONES IMPACTANTES	POSITIVAS																											
NEGATIVAS																													

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Procedimiento

- Solicitar el Expediente Técnico a EPS SEDACAJ S.A
- Recopilación de información de Internet y libros.
- Desarrollar la realidad problemática.
- Desarrollar el Marco Teórico.
- Desarrollar la Metodología.
- Realizar el Presupuesto y el análisis de Precios Unitarios de la Tecnología Fragmentación de Tuberías, con la ayuda del programa S10.
- Realizar el Cronograma de Actividades de la Tecnología Fragmentación de Tuberías, con la ayuda del programa MS Project.
- Identificar y Evaluar los Impactos Sociales y Ambientales, usando la Matriz de Leopold.
- Procesar, analizar y comparar los resultados.
- Determinar las Conclusiones y Recomendaciones.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Analizando cada partida y con la ayuda del programa S10 obtenemos los siguientes resultados (tabla 11), con respecto a los costos directos:

Costo Directo: Tecnología Fragmentación de Tuberías vs. Método Convencional.

Tabla 11

Costo Directo Cambio de Colector de 315 mm – Tecnología Fragmentación de Tuberías.

COSTO DIRECTO					
PROYECTO : "MÉTODO CONVENCIONAL Y EL MÉTODO FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS, EN LA REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"					
CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA			FECHA: 10/08/2020		
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	FRAGMENTACIÓN DE TUBERIAS				13,014.97
01.01	LIMPIEZA E INSPECCIÓN DE COLECTORES				788.00
01.01.01	LIMPIEZA CON MAQUINA DE BALDE	m	50.00	9.80	490.00
01.01.02	INSPECCIÓN TELEVISIVA DEL COLECTOR EXISTENTE DE 315 MM	m	50.00	5.96	298.00
01.02	ACTIVIDADES PREPARATORIAS A LA FRAGMENTACIÓN				1,525.79
01.02.01	TRANSPORTE DE LOS EQUIPOS DE FRAGMENTACIÓN EN OBRA	und	1.00	261.86	261.86
01.02.02	CORTE, ROTURA Y EXCAVACIÓN CALICATAS PARA UBIC. INTERFERENCIAS (3m x 1m), Hprof=1.70 m - PAV. MIXTO	m2	6.00	45.84	275.04
01.02.03	CORTE, ROTURA Y EXCAVACIÓN DE VENTANAS (3m x 1m), Hprof=1.70 m - PAV.MIXTO	m2	3.00	45.84	137.52
01.02.04	DEMOLICIÓN DE MEDIA CAÑA Y MURO DE BUZON PARA VENTANA	m3	1.50	238.58	357.87
01.02.05	DESIVIO DE FLUJO DE AGUAS SERVIDAS	m	50.00	9.87	493.50
01.03	TERMOFUSIÓN DE TUBERÍA HDPE (SOLDADURA A TOPE) DN 315 mm				4,907.86
01.03.01	TRANSPORTE DE TUBERIA HDPE EN OBRA	und	1.00	261.86	261.86
01.03.02	SOLDADURA A TOPE DE TUBERÍA HDPE	m	50.00	92.92	4,646.00
01.04	FRAGMENTACIÓN DE LA TUBERÍA EXISTENTE E INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA HDPE 315 mm				3,114.00
01.04.01	INSTALACIÓN DE TUBERÍA MEDIANTE PIPE BURSTING	m	50.00	62.28	3,114.00
01.05	RESANES Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS				2,679.32
01.05.01	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE LAS CALICATAS (3m x 1m) Hprom=1.70 m	m3	7.00	53.86	377.02
01.05.02	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE VENTANA (3m x 1m) Hprom=1.70 m	m3	3.50	53.86	188.51
01.05.03	RESANE DE DADOS DE ANCLAJE Y MURO DEL BUZON	m3	1.00	350.81	350.81
01.05.04	RESANE MEDIA CAÑA	m3	0.50	350.81	175.41
01.05.05	ELIMINACION DE DESMONTE	m3	3.00	26.78	80.34
01.05.06	REPOSICIÓN DE LOSA DE CONCRETO - CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 e=0.18 m	m2	9.00	105.82	952.38
01.05.07	REPOSICIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA e=3"	m2	9.00	61.65	554.85
Costo Directo: S/.					13,014.97

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra los costos unitarios de cada partida, tal como se muestra en la tabla 12

Tabla 12

Análisis de Precios Unitarios – Tecnología Fragmentación de Tuberías

Análisis de precios unitarios

"MÉTODO CONVENCIONAL Y EL MÉTODO DE FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS, EN LA REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"						
Fecha presupuesto						10/08/2020
01.00.00	MÉTODO DE FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS					
01.01.01	LIMPIEZA CON MAQUINA DE BALDE					
m/DIA	80.0000	EQ 80.000	Costo unitario directo por : m			9.80
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	1.0000	0.1000	22.00	2.20
OFICIAL		hh	2.0000	0.2000	16.24	3.25
						5.45
	Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.45	0.16
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD		%mo		3.5000	5.45	0.19
MAQUINA DE BALDE		hm	1.0000	0.1000	40.00	4.00
						4.35
01.01.02	INSPECCIÓN TELEVISIVA DEL COLECTOR EXISTENTE DE 315 MM					
m/DIA	100.0000	EQ 100.00	Costo unitario directo por : m			5.96
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	1.0000	0.0800	22.00	1.76
PEON		hh	2.0000	0.1600	14.62	2.34
						4.10
	Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	4.10	0.12
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD		%mo		3.5000	4.10	0.14
EQUIPO TELEVISIVO		hm	1.0000	0.0800	20.00	1.60
						1.86
01.02.01	TRANSPORTE DE LOS EQUIPOS DE FRAGMENTACIÓN EN OBRA					
und/DIA	1.0000	EQ 1.000	Costo unitario directo por : unc			261.86
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
PEON		hh	0.5000	4.0000	14.62	58.48
CHOFER		hh	0.5000	4.0000	16.24	64.96
						123.44

Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	123.44	3.70
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo		3.5000	123.44	4.32
CAMION 6 TN	hm	1.0000	8.0000	16.30	130.40
					138.42

01.02.02 CORTE, ROTURA Y EXCAVACIÓN CALICATAS PARA UBIC. INTERFERENCIAS (3m x 1m), Hprof=1.70 m - PAV. MIXTO					
m2/DIA	40.0000	EQ	40.000	Costo unitario directo por : m2	45.84
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	1.0000	0.2000	22.00
OPERARIO		hh	1.0000	0.2000	20.05
PEON		hh	1.0000	0.2000	14.62
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA		hh	1.0000	0.2000	20.05
					15.34
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	15.34
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo			3.5000	15.34
RETROEXCAVADORA	hm	1.0000		0.2000	140.00
CORTADORA DE PAVIMENTO HASTA 6"	he	1.0000		0.2000	7.50
					30.50

01.02.03 CORTE, ROTURA Y EXCAVACIÓN DE VENTANAS (3m x 1m), Hprof=1.70 m - PAV.MIXTO					
m2/DIA	40.0000	EQ	40.000	Costo unitario directo por : m2	45.84
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	1.0000	0.2000	22.00
OPERARIO		hh	1.0000	0.2000	20.05
PEON		hh	1.0000	0.2000	14.62
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA		hh	1.0000	0.2000	20.05
					15.34
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	15.34
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo			3.5000	15.34
RETROEXCAVADORA	hm	1.0000		0.2000	140.00
CORTADORA DE PAVIMENTO HASTA 6"	he	1.0000		0.2000	7.50
					30.50

01.02.04 DEMOLICIÓN DE MEDIA CAÑA Y MURO DE BUZON PARA VENTANA					
m3/DIA	3.0000	EQ	3.000	Costo unitario directo por : m3	238.58
Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	1.0000	2.6667	22.00
OPERARIO		hh	2.0000	5.3333	20.05
					165.60
Equipos					

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	165.60	4.97
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo		3.5000	165.60	5.80
MARTILLO ELÉCTRICO	hm	1.0000	2.6667	15.00	40.00
GRUPO ELECTROGENO DE 5600W	hm	1.0000	2.6667	8.33	22.21
					72.98

01.02.05		DESVIO DE FLUJO DE AGUAS SERVIDAS			
m/DIA	60.0000	EQ 60.000	Costo unitario directo por : m		9.87
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
Mano de Obra					
PEON		hh	2.0000	0.2667	14.62
					3.90
Materiales					
Tubo de PVC SP PN 5 DN 300 mm		m		0.2172	23.20
					5.04
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	3.90
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo			3.5000	3.90
MOTOBOMBA 10 HP 4"	hm	1.0000		0.1333	5.00
					0.93

01.03.01		TRANSPORTE DE TUBERIA HDPE EN OBRA			
und/DIA	1.0000	EQ 1.000	Costo unitario directo por : und		261.86
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
Mano de Obra					
PEON		hh	0.5000	4.0000	14.62
CHOFER		hh	0.5000	4.0000	16.24
					123.44
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	123.44
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo			3.5000	123.44
CAMION 6 TN	hm	1.0000		8.0000	16.30
					138.42

01.03.02		SOLDADURA A TOPE DE TUBERÍA HDPE			
m/DIA	180.0000	EQ 180.000	Costo unitario directo por : m		92.92
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	1.0000	0.0444	22.00
OPERARIO		hh	1.0000	0.0444	20.05
					1.87
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	1.87
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo			3.5000	1.87
EQUIPO DE TERMOFUSIÓN	hm	1.0000		0.0444	100.00
SUMINISTRO DE TUBERIA DE PE - SDR 26 - SN4 - Ø 315 MM	m			1.0000	86.48
					91.05

01.04.01		INSTALACIÓN DE TUBERÍA MEDIANTE PIPE BURSTING				
m/DIA	50.0000	EQ	50.000	Costo unitario directo por : m	62.28	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.5000	0.0800	22.00	1.76
OPERARIO		hh	2.0000	0.3200	20.05	6.42
PEON		hh	3.0000	0.4800	14.62	7.02
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA		hh	0.1000	0.0160	20.05	0.32
						15.52
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	15.52	0.78
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD		%mo		3.5000	15.52	0.54
RETROEXCAVADORA		hm	0.1000	0.0160	140.00	2.24
COMPRESORA SULLAIR 375 PCM		hm	1.0000	0.1600	90.00	14.40
HYDROGUIDE HG-12 (INCLUIDO TOPO HIDRULICO 8")		hm	1.0000	0.1600	180.00	28.80
						46.76

01.05.01		RELLENO Y COMPACTACIÓN DE LAS CALICATAS (3m x 1m) Hprom=1.70 m				
m3/DIA	35.0000	EQ	35.000	Costo unitario directo por : m3	53.86	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0229	22.00	0.50
OPERARIO		hh	2.0000	0.4571	20.05	9.16
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA		hh	0.1000	0.0229	20.05	0.46
						10.12
Materiales						
AFIRMADO		m3		1.2500	30.00	37.50
						37.50
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	10.12	0.30
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD		%mo		3.5000	10.12	0.35
RETROEXCAVADORA		hm	0.1000	0.0229	140.00	3.21
VIBROAPISONADOR		hm	2.0000	0.4571	5.20	2.38
						6.24

01.05.02		RELLENO Y COMPACTACIÓN DE VENTANA (3m x 1m) Hprom=1.70 m				
m3/DIA	35.0000	EQ	35.000	Costo unitario directo por : m3	53.86	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0229	22.00	0.50
OPERARIO		hh	2.0000	0.4571	20.05	9.16
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA		hh	0.1000	0.0229	20.05	0.46
						10.12
Materiales						
AFIRMADO		m3		1.2500	30.00	37.50
						37.50
Equipos						

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.12	0.30
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo		3.5000	10.12	0.35
RETROEXCAVADORA	hm	0.1000	0.0229	140.00	3.21
VIBROAPISONADOR	hm	2.0000	0.4571	5.20	2.38
					6.24

01.05.03		RESANE DE DADOS DE ANCLAJE Y MURO DEL BUZON				
m3/DIA	8.0000	EQ	8.000	Costo unitario directo por : m3	350.81	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.0000	1.0000	22.00	22.00	
OPERARIO	hh	3.0000	3.0000	20.05	60.15	
PEON	hh	3.0000	3.0000	14.62	43.86	
					126.01	
Materiales						
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6400	65.00	41.60	
ARENA GRUESA DE RIO	m3		0.5100	65.00	33.15	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.0000	18.65	130.55	
AGUA	m3		0.1860	7.00	1.30	
					206.60	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	126.01	3.78	
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo		3.5000	126.01	4.41	
VIBRADOR DE CONCRETO 1.5"	hm	1.0000	1.0000	4.38	4.38	
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	1.0000	5.63	5.63	
					18.20	

01.05.04		RESANE MEDIA CAÑA				
m3/DIA	8.0000	EQ	8.000	Costo unitario directo por : m3	350.81	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.0000	1.0000	22.00	22.00	
OPERARIO	hh	3.0000	3.0000	20.05	60.15	
PEON	hh	3.0000	3.0000	14.62	43.86	
					126.01	
Materiales						
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6400	65.00	41.60	
ARENA GRUESA DE RIO	m3		0.5100	65.00	33.15	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.0000	18.65	130.55	
AGUA	m3		0.1860	7.00	1.30	
					206.60	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	126.01	3.78	
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo		3.5000	126.01	4.41	
VIBRADOR DE CONCRETO 1.5"	hm	1.0000	1.0000	4.38	4.38	
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	1.0000	5.63	5.63	
					18.20	

01.05.05		ELIMINACION DE DESMONTE				
----------	--	-------------------------	--	--	--	--

m3/DIA	100.0000	EQ 100.000	Costo unitario directo por : m3	26.78		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	2.0000	0.1600	14.62	2.34	
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	hh	1.0000	0.0800	20.05	1.60	
CHOFER	hh	1.0000	0.0800	16.24	1.30	
						5.24
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.24	0.16	
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo		3.5000	5.24	0.18	
RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	0.0800	140.00	11.20	
CAMION VOLQUETE DE 8M3	hm	1.0000	0.0800	125.00	10.00	
						21.54

01.05.06	REPOSICIÓN DE LOSA DE CONCRETO - CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 e=0.18 m					
m2/DIA	30.0000	EQ 30.0000	Costo unitario directo por : m2	105.82		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.0000	0.2667	22.00	5.87	
OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	20.05	5.35	
OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	16.24	4.33	
PEON	hh	2.0000	0.5333	14.62	7.80	
						23.35
Materiales						
CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210Kg/cm2	m3		0.2060	381.61	78.61	
						78.61
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	23.35	0.70	
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo		3.5000	23.35	0.82	
VIBRADOR DE CONCRETO 1.5"	hm	2.0000	0.5333	4.38	2.34	
						3.86

01.05.07	REPOSICIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA e=3"					
m2/DIA	30.0000	EQ 30.000	Costo unitario directo por : m2	61.65		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.0000	0.2667	22.00	5.87	
OPERARIO	hh	2.0000	0.5333	20.05	10.69	
PEON	hh	2.0000	0.5333	14.62	7.80	
						24.36
Materiales						
EMULSION ASFALTICA	gal		0.1000	10.59	1.06	
ASFALTO	m3		0.0830	289.00	23.99	
ARENA	m3		0.2600	32.00	8.32	
						33.37
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	24.36	0.73	
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	%mo		3.5000	24.36	0.85	

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a los costos directos de las partidas relevantes del método convencional, tal como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13

Costo Directo Cambio de Tubería de 315 mm – Método Convencional.

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1	REHABILITACION DE LA RED PRIMARIA DE AGUA POTABLE DEL Jr. AMAZONAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA	-	-	-	-	616726.03
1.1	OBRAS PRELIMINARES					
1.1.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA	glb	1	9024.6	9024.60	
1.1.5	TRAZO Y REPLANTEO DE ZANJAS INICIAL	m	1058.16	1.56	1650.73	
1.1.6	ROTURA PAVIMENTO MIXTO 2" ASFALTO+20 CM CONCRETO CON MAQUINARIA	m ²	945.62	43.43	41068.28	
1.1.7	ROTURA PAVIMENTO MIXTO 2" ASFALTO+20 CM CONCRETO - MANUAL	m ²	112.54	77.78	8753.36	
1.1.8	DESMONTAJE Y RETIRO DE TUBERIA EXISTENTE	m	1058.16	19.5	20634.12	
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
1.2.1	EXCAVACION DE ZANJA (A=1M) PARA TUB. PVC 315 MM CON MAQUINARIA	m	846.53	15.89	13451.36	
1.2.2	EXCAVACION DE ZANJA (A=1M) PARA TUB. PVC 315MM - MANUAL	m	211.63	34.42	7284.30	
1.2.5	RELLENO Y COMPACTACION ZANJA PARA TUBERIA DE 315mm, MATERIAL DE PRESTAMO	m	1058.16	32.06	33924.61	
1.2.7	RELLENO Y COMPACTACION ZANJA PARA TUBERIA DE 315mm, MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m	1058.16	17.27	18274.42	
1.2.9	PREPARACION DE CAMA DE APOYO TUB. PVC 315 mm, UF NTP ISO 1452	m	1058.16	11.78	12465.12	
1.2.11	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON VOLQUETE Y CARGUIO MANUAL	m ³	259.71	74.09	19241.91	
1.2.12	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m ³	1038.85	49.66	51589.29	
1.3	INSTALACION DE TUBERIAS DE AGUA					
1.3.1	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA INSTALACION DE TUBERIAS	m	1058.16	1.75	1851.78	

1.3.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PVC 315 mm, UF NTP ISO 1452 - C10	m	1058.16	175.06	185241.49
1.3.4	NIVELACION Y CONFORMACION DE FONDOS EN TERRENO NORMAL	m	1058.16	6.8	7195.49
1.6	PISTAS				
1.6.1	SUB BASE E= 0.15 m	m ²	1058.16	20.37	21554.72
1.6.2	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =210 Kg/cm ² LOSA H=0.18 m	m ²	1058.16	110.49	116916.10
1.6.3	CONCRETO f _c = 210 kg/cm ² EN SARDINEL DE CUNETAS	m ³	28.74	442.63	12721.19
1.6.4	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	287.45	55.17	15858.62
1.6.5	JUNTAS ASFALTICAS	m	354	8.73	3090.42
1.6.6	CARPETA ASFALTICA EN FRIO	m ³	29.63	504.02	14934.11
				COSTO DIRECTO: S/.	S/616,726.03

Fuente: Expediente Técnico “Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca” – EPS SEDACAJ S.A

Finalmente, comparamos los costos directos, tal como se muestra en la tabla 14, determinando los costos por metro lineal y el ahorro que genera el método de fragmentación de tuberías.

Tabla 14

Resumen comparativo de costos directos- Fragmentación de tuberías y Método Convencional

ITEM	ACTIVIDAD	FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS		MÉTODO CONVENCIONAL		AHORRO
		COSTO 50 ML (S/.)	COSTO POR ML (S/.)	COSTO 1058.16 ML (S/.)	COSTO POR ML (S/.)	PORCENTUAL
1	CAMBIO DE TUBERÍA DE 315 mm	13014.97	260.30	616726.03	582.83	55.34%

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 14 podemos concluir que el costo directo del Proyecto “Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”, ejecutada por EPS SEDACAJ S.A, es de S/616, 726.03, lo que representa el 100%, el costo directo aplicando la Tecnología Pipe Bursting 44.66% resulta más económica, generando un ahorro de 55.34%, tal como se muestra en la figura 29.



Figura 29: Porcentaje del Costo Directo Mét. Fragmentación de tuberías vs Mét. Zanja Abiera

Elaboración: Fuente Propia.

Tiempo de Ejecución: Tecnología fragmentación de tuberías vs método Convencional

Con respecto al tiempo de ejecución hemos realizado el cronograma del método fragmentación, tal como se muestra en la tabla 15

Tabla 15

Cronograma de Actividades de la Tecnología Fragmentación de Tuberías



Fuente: Elaboración Propia

Con el metrado y los días que toma a realizar todas las actividades, hemos determinado el rendimiento en metros lineales por día, tal como se muestra en la tabla 16 y tabla 17

Tabla 16

Rendimiento - Tecnología Fragmentación de Tuberías

Rehabilitación de tuberías - Tecnología Fragmentación de Tuberías				
item	descripción	días	metrado	Rendimiento m/día
1	Fragmentación de tuberías de 315 mm	1.5	50	33.33

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17

Rendimiento – Método Convencional

Rehabilitación de tuberías - Método Convencional				
item	descripción	días	metrado	Rendimiento m/día
1	Reemplazo de tubería de 315 mm	90	1058.16	11.76

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la tabla 16 y tabla 17, el rendimiento de la Tecnología Fragmentación de tuberías es mucho mayor con 33.33 m/día, a comparación del Método Convencional de 11.76 m/día, en otras palabras, usando la Tecnología Fragmentación de Tubería, en el proyecto: “**Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca**”, ejecutado por EPS SEDACAJ S.A, se hubiese hecho en 32 días (tabla 18), prácticamente un mes calendario, generando lo que todo Empresa o Entidad desea, para estar a la Vanguardia, menor tiempo de Ejecución con la misma o mejor calidad de proyecto.

Tabla 18

Tiempo de Ejecución – Tecnología Fragmentación de Tuberías

Rehabilitación de tuberías - Tecnología Fragmentación de Tuberías				
item	descripción	metrado	Rendimiento m/día	días
1	Fragmentación de tuberías de 315 mm	1058.16	33.33	31.74

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{Formula: } R = \frac{\text{metrado ejecutado}}{\text{días}}$$

Ecuación 1: Rendimiento o avance por día, método fragmentación de tuberías.

Fuente: Elaboración Propia

R=Rendimiento

$$R = \frac{50}{1.5}$$

R= 33.33 metros por día

Impactos Ambientales y Sociales: Tecnología Pipe Bursting vs. Método Convencional.

Con respecto a los impactos, primero hemos identificado cada uno de las actividades que generan impactos positivos y negativos, a los factos ambientales y sociales, tales como calidad de aire, nivel de ruido, empleo, tráfico vehicular, entre otros (tabla 19 y tabla 20).

Matriz de Identificación.

Tabla 19

Matriz de Identificación – Tecnología Fragmentación de Tuberías

MATRIZ DE EVALUACIÓN NIVEL CUALITATIVO		MATRIZ DE IDENTIFICACION																		
		"MÉTODO DE FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS, COMO MEJORA EN LA REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA"																		
		LIMPIEZA E INSPECCIÓN DE COLECTORES		ACTIVIDADES PREPARATORIAS A LA FRAGMENTACIÓN					TERMINACIÓN DE TUBERÍA HDPE (SOLDADURA A TOPE)			FRAGMENTACION	RESANES Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS							
FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS		IMPACTANTES	LIMPIEZA CON MAQUINA DE BALDE	INSPECCIÓN TELEVISIVA DEL COLECTOR EXISTENTE DE 345 MM	TRANSPORTE DE LOS EQUIPOS DE FRAGMENTACIÓN EN OBRA	CORTE, ROTURA Y EXCAVACION CALICATAS PARA UBIC. INTERFERENCIAS (3m x 1m). Hrcd=1,70 m.- PAV. CORTE, ROTURA Y EXCAVACION DE VENTANAS (3m x 1m). Hrcd=1,70 m.-	DEMOLICIÓN DE MEDIA CAÑA Y MURO DE BUZON PARA VENTANA	DESVIO DE FLUJO DE AGUAS SERVIDAS	TRANSPORTE DE TUBERÍA HDPE EN OBRA	SOLDADURA A TOPE DE TUBERÍA HDPE	INSTALACIÓN DE TUBERÍA MEDIANTE PIPE BUSTING	RELLENO Y COMPACTACION DE LAS CALICATAS (3m x 1m)	COMPACTACION DE VENTANA (3m x 1m)	RESANE DE DADOS DE ANCLAJE Y MURO DEL BUZON	RESANE MEDIA CAÑA	ELIMINACION DE RESANES DE CONCRETO	REPOSICIÓN DE CONCRETO - CONCRETO	REPOSICIÓN DE CARPETA ASEÁLTICA. 0.2"		
MEDIO FÍSICO	INTERTE		1.- Aire	a) Calidad del aire	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
			c) Nivel de Ruido	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2.- Suelos	a) Relieve y Topografía																	
			b) Contaminación (física, química, microbiológica)																	
	3.- Agua	a) Aguas Superficiales																		
	4.- Proceso	a) Drenaje Superficial			•	•	•				•	•	•	•						
MEDIO FÍSICO	BIOTICO	1. Flora	a) Cubierta vegetal																	
			b) Cultivos																	
		2. Fauna	a) Diversidad de espec																	
MEDIO FÍSICO	PERCEPTUAL	1.- Paisaje	a) Calidad Paisajstica	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
MEDIO SOCIOECONÓMICOS	POBLACION	1. Estructura de Ocupación	a) Empleo	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
		2. Sectores de actividad	a) Calidad de Vida																	
			b) Salud y seguridad	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
			c) Tráfico Vehicular	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
			d) Comercio y Servicio	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	e) Estilo de vida																			

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, realizamos la comparación entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías (tabla 23), obteniendo resultados mínimos con respecto al método fragmentación de tuberías, es decir, genera impactos muy por debajo a lo tradicional.

Tabla 23

Cuadro Comparativo –Impacto Social y Ambiental - Método Convencional vs. Método Fragmentación de tuberías.

DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS	MÉTODO CONVENCIONAL	FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS
CALIDAD DEL AIRE	-42 +37	-19 +15
NIVEL DE RUIDO	-49 +44	-27 +17
CALIDAD PAISAJISTA	-47 +45	-15 +15
TRAFICO VEHICULAR	-49 +47	-17 +15
COMERCIO Y SERVICIOS	-48 +46	-17 +15

Fuente: Elaboración Propia

Luego, hemos realizado una comparación porcentual de impactos sociales y ambientales, entre los dos métodos, llegando a una reducción considerable, tal como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24

Reducción Porcentual –Impacto Social y Ambiental - Método Convencional vs. Tecnología Fragmentación de tuberías.

DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS	MÉTODO CONVENCIONAL %	FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS %	REDUCCIÓN %
CALIDAD DEL AIRE	100%	45%	55%
NIVEL DE RUIDO	100%	55%	45%
CALIDAD PAISAJISTA	100%	32%	68%
TRAFICO VEHICULAR	100%	35%	65%
COMERCIO Y SERVICIOS	100%	35%	65%

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la tabla 24, Los Impactos Sociales y Ambientales más significativos se reducen considerablemente, como por ejemplo el Impacto Negativo a la Calidad del Aire, se reducen en un 55 %; el Impacto en el Nivel de Ruido, disminuye en un 45%; el impacto negativo de la calidad Paisajista, disminuye en un 68%; el impacto del tráfico Vehicular, disminuye en 65 % y finalmente el impacto negativo en los Servicios y Comercio se reducen en un 65%.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Mi trabajo de investigación pudo demostrar que el Método de Fragmentación de Tuberías o Pipe Bursting, tiene diferencias significativas, a comparación del método convencional, en la rehabilitación de tuberías de alcantarillado en la ciudad de Cajamarca, reduciendo considerablemente los Costos Directos, Tiempos de Ejecución e Impactos Social y Ambiental.

4.1.1. En el trabajo de investigación: “Estudio del Sistema de Fragmentación neumática de alcantarillado o Cracking, como mejora en el proceso constructivo en el Perú 2018”pág 98. Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo – Lima, determina que aplicando el Sistema Fragmentación Neumática, el Costo Directo tiene un beneficio del 23.73% en comparación al método tradicional y que los costos se determinó realizando un análisis de precios unitarios de todas las partidas involucradas en el proceso constructivo, mientras que en mi trabajo de investigación obtuvimos un ahorro del 55.34% del Costo Directo, reduciendo los Costos significativamente, generando que sea más rentable que el Método Convencional. Además este tipo de Tecnología no solo se aplica en Sistemas de Alcantarillado, sino también en redes de Agua Potable, pero utilizando el Método Estático. (Godoy, 2018)

4.1.2. En el trabajo de investigación: “Análisis comparativo de excavación sin zanjas y excavación convencional para un sistema de red alcantarillado, Calle los Manzanos, San Isidro, 2018”pág 63. Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo – Lima, demostró que el Tiempo de Ejecución del método sin zanja tiende a ser más rápido, en un rango de hasta 30%, respecto al método convencional, mientras que en mi trabajo de investigación reduce los tiempos en un 66%, en comparación al Método Convencional. (Rosales, 2018)

4.1.3. En el trabajo de investigación: “Métodos Constructivos Tradicional vs. Pipe Bursting en obras de Agua Potable y Alcantarillado en zonas Urbanas del Distrito de Moquegua, 2015”pág 238. Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana los Andes – Huancayo, concluyó que el Método Pipe Bursting, el único impacto significativo es el ruido y la reducción del tráfico vehicular significativamente, a comparación del método convencional, mientras que en mi trabajo de investigación se determinó que los Impactos Sociales y Ambientales más significativos se redujeron considerablemente, como por ejemplo el Impacto en el Nivel de Ruido, se redujo en un 45% y que el impacto del tráfico Vehicular, se redujo en un 65 %, en comparación del Método Convencional. (Pérez & Ramos, 2017)

4.1.4. En el trabajo de investigación: “Análisis comparativo de Costo, Tiempo y Calidad entre tuberías de PVC y HDPE en instalación Sanitaria de la Asociación Santa María del Gramal, Lima 2019”pág 139. Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte – Lima –Perú, concluye que es preferible el uso de tuberías de HDPE, debido a mayor duración de vida útil y tener una mejor resistencia, concordando con mi trabajo de investigación que menciona y da énfasis al uso del Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE), para las redes de alcantarillado, dado sus propiedades físicas como: resistencia a la abrasión, duración, flexibilidad y resistencia. (Fernández, 2019)

4.1.5. En el trabajo de investigación: “Métodos Constructivos Tradicional vs. Pipe Bursting en obras de Agua Potable y Alcantarillado en zonas Urbanas del Distrito de Moquegua, 2015”pág 234. Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana los Andes – Huancayo, concluyo que para las redes alcantarillado, la rotura de pavimento asfáltico con el método convencional, tiene un área de 108.93 m² y con el Método Fragmentación de tuberías tiene un área de 24.00 m², en la instalación de 136.16 ml con el método convencional y 156.19 ml con el Método fragmentación de tuberías, concordando con mi trabajo de investigación, que para la instalación de tuberías de 50 ml, tenemos un área de 9m², usando la tecnología Fragmentación de Tuberías y 50 m² usando el Método Convencional. (Pérez & Ramos, 2017)

4.2. Conclusiones

- 4.2.1. Efectivamente existen diferencias significativas entre el método fragmentación de tuberías y el método convencional, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, dado que los costos directos, tiempos de ejecución e impactos sociales y ambientales se redujeron considerablemente, a comparación del método convencional.
- 4.2.2. La aplicación de la Tecnología Fragmentación de Tuberías, Pipe Bursting en inglés, genera resultados óptimos, reduciendo significativamente los costos directos, muestra de ello es que se obtuvo un ahorro del 55.34%. Donde las partidas más relevantes fueron: Termofusión de Tuberías HDPE, Fragmentación de Tuberías en sí y Resanes y Actividades Complementarias.
- 4.2.3. La Tecnología Fragmentación de Tuberías, reduce los tiempos de Ejecución en un 66 %, tomando en cuenta que es únicamente aplicable en Rehabilitación de Tuberías.
- 4.2.4. La Tecnología Pipe Bursting, reduce los Impactos Sociales y Ambientales, donde los impactos más significativos se reducen entre un 45 y 68%, a comparación del Método Convencional.

Finalmente, puedo adicionar las siguientes recomendaciones, para futuras investigaciones:

- El uso de Tuberías de HDPE o Polietileno de Alta Densidad PE 100, posee propiedades físicas y químicas que aseguran un servicio de calidad, durabilidad y resistencia durante su vida útil.
- En la aplicación de Fragmentación de Tuberías sólo compromete el corte, rotura, excavación y reposición de pistas en un área de 9m² aprox, por cada 50 ml de Rehabilitación de tubería de alcantarillado, a comparación de los 50 m² usando el Método Convencional.

REFERENCIAS

1. Kramer, S.; McDonald, W & Thomson, J. 1992. An Introduction to Trenchless Technology. New York, United States – 1st ed. 1992.
2. Gutiérrez, J. 2006. Method selection for trenchless technology (TT) in South America. Louisiana Tech University. Master of Science in Civil Engineering. August, 2006.
3. Mínguez, F. 2015. Métodos de excavación sin zanjas. Tesis Master. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
4. EPS Sedacaj. 2019. Plan Maestro Optimizado Quinquenio 2019-2023 – Pág 45 y 46. Abril – 2019.
5. Sedapal. (n.d). *Tecnología sin Zanja*. <http://www.sedapal.com.pe/tecnologia-sin-zanja>.
6. Icadat. (n.d). *Relación de Obras Ejecutadas, Descripción de Trabajos*. <http://www.grupoicadat.com/sistema/data/file/proyectos.pdf>.
7. Arriagada, F. 2005. Renovación de tuberías de alcantarillado mediante sistema de fragmentación neumática o cracking. Universidad Austral de Chile. Valdivia - Chile.
8. Alarcón, A. & Pacheco, J. 2014. Comparación tecnológica y costos del método de instalación de tuberías sin zanja (trenchless) más eficiente para los suelos encontrados en un proyecto de Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana Bogotá. Bogotá – Colombia.
9. Elao, E. & Miranda, R. 2019. Diagnóstico y rehabilitación del sistema de alcantarillado sanitario para la escuela de infantería aérea (EIA) de la ciudad de Guayaquil. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en ciencias de la tierra. Guayaquil – Ecuador.
10. Joao, T. 2017. Plan de rehabilitación de la red de alcantarillado sanitario de la ciudadela Nueva Esperanza del Cantón san Vicente. Universidad Estatal del Sur de Manabí – Facultad de Ciencias Técnicas. Jipijapa – Manabí – Ecuador.
11. Bruno, W. 2018. Método de fragmentación para reducir costos en rehabilitación de alcantarillado de la obra Lima Norte 3 – 2018. Universidad César Vallejo. Lima – Perú.

12. Luna, J. 2018. Descripción, análisis comparativo y evaluación de las tecnologías: sin zanja y convencional para la renovación del sistema alcantarillado en el sector bajo de Miraflores- Distrito de Miraflores. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa – Perú.
13. Ramos, M. 2016. Mejoramiento y rehabilitación del sistema de agua y alcantarillado del caserío de Chalán, Distrito de San Miguel Iglesias, Provincia de Celendín, Departamento de Cajamarca, 2016. Universidad César Vallejo – Facultad de Ingeniería. Trujillo – Perú.
14. Yeun, J., & Sunil, S. (2004a). Trenchless Technology: An efficient and environmentally sound approach for underground municipal pipeline infrastructure systems. Presented at the No-Dig 2004, New Orleans, Louisiana.
15. Yeun, J., & Sunil, S. (2004b). Trenchless Technology: An efficient and environmentally sound approach for underground municipal pipeline infrastructure systems. Presented at the No-Dig 2004, New Orleans, Louisiana.
16. Asociación Ibérica de tecnologías Sin Zanja. (2013). *Manual de tecnología sin zanja* (2013th ed.).
17. International Pipe Bursting Association (IPBA), Guideline for Pipe Bursting – January 2012.
18. Barbosa, G. 2013. Estudio de la Aplicación de Tecnologías Trenchless En Bogotá, Universidad Católica de Colombia- Bogotá – Colombia.
19. Read, G. 2004. Sewers: Replacement and New Construction. 1ª Edition Gran Bretaña, Elsevier Butterworth Heinemann.
20. Giroux, S. & Tremblay, G. 2004. Metodología de las Ciencias Humanas, La Investigación en acción; trad. de Beatriz Álvarez Klein. – Méxicio:FCE, 2004. 280 pp. ISBN: 978-968-16-7378-9.
21. Oshiro, M. 2012. Ficha estándar de familia del Catálogo de bienes, servicios y obras del MEF. Ficha Estándar N°4. Familia 96980009 Tubos de Polietileno. Dirigido a Gobierno Nacional, Gobierno Regional y Gobierno Local. Oficina General de Tecnologías de la información del Ministerio de Economía y Finanzas. Lima, 5 de octubre de 2012.
22. Marín, P. 2004. Trabajo de Grado para optar el título de Ingeniera Civil. Estudio de la factibilidad técnica y económica, del uso de nuevos sistemas de instalación y/o reemplazo de tuberías, sin excavación de zanjas, para conducciones de agua

- potable. Universidad Industrial de Santander Facultad de Ciencias Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil – Bucaramanga – Colombia.
23. Viana, F. 2004. Técnicas de Construcción fundamentadas en la Tecnología sin Zanjas. Trabajo de graduación de la Universidad de San Carlos de Guatemala Octubre de 2004.
 24. Resolución Ministerial N°019-2014-Vivienda, Guía de Métodos para Rehabilitar o Renovar redes de distribución de agua potable.
 25. Zlokovitz, R. & Juran, I. 2005. Trenchless technology Solutions for professional training sessions, Chapter 6, February 2005.
 26. Norma Técnica Peruana – NTP-ISO 8772 2009. Sistema de tuberías Plásticas para drenaje y alcantarillado subterráneo sin presión.
 27. Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos (AseTUB)- Informe Técnico – Soldadura Térmica en tuberías de polietileno (PE), Mayo 2010.
 28. Ritmo Plastic Welding Technology (s.d) - <https://www.ritmo.it/es/butt-fusion-for-pressure-pipe/basic-315-4/>.
 29. Chumpitaz, J. 2015. Procesos constructivos en el mantenimiento y reparación de redes de alcantarillado. Universidad Nacional de Ingeniería – Lima.
 30. Artes Metálicas Loja (s.n) Manual de Operación de Máquinas de Baldes – Contratista.
 31. Hammerhead Trenchless (s.n). <https://www.hammerheadtrenchless.com/products/hydroguide%C2%AE-cable-winch>.
 32. Leopold, L.B., Clarke, F.E. Hanshaw, B.B., y Balsley, J.R. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey Circular 645. U.S.D.I. Washington, D.C.
 33. Godoy, R. 2018. Estudio del Sistema de Fragmentación neumática de alcantarillado o Cracking, como mejora en el proceso constructivo en el Perú 2018. Universidad César Vallejo – Lima – Perú.
 34. Rosales, J. 2018. Análisis comparativo de excavación sin zanjas y excavación convencional para un sistema de red alcantarillado, Calle los Manzanos, San Isidro, 2018. Universidad César Vallejo – Lima – Perú.
 35. Pérez, J. & Ramos, M. 2017. Métodos Constructivos Tradicional vs. Pipe Bursting en obras de Agua Potable y Alcantarillado en zonas Urbanas del Distrito de Moquegua, 2015. Universidad Peruana los Andes – Huancayo – Perú.

36. Fernández, F. 2019. Análisis comparativo de Costo, Tiempo y Calidad entre tuberías de PVC y HDPE en instalación Sanitaria de la Asociación Santa María del Gramal, Lima 2019. Universidad Privada del Norte – Lima – Perú.

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA			
TÍTULO: "MÉTODO CONVENCIONAL Y EL MÉTODO FRAGMENTACIÓN DE TUBERÍAS, EN LA REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA".			
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DESCRIPTIVO - COMPARATIVO			
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE
¿Cuál es la diferencia entre método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca?	Determinar la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca.	Existe diferencia significativa entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca.	Método convencional y método fragmentación de tuberías. <ul style="list-style-type: none"> • costos directos. • tiempos de ejecución. • impactos sociales y ambientales.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE

<p>¿Cuál es la diferencia entre método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los costos directos?</p>	<p>Determinar la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los costos directos.</p>	<p>Existe diferencia significativa entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los costos directos.</p>	<p>Rehabilitación del sistema de alcantarillado.</p>
<p>¿Cuál es la diferencia entre método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los tiempos de ejecución?</p>	<p>Determinar la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los tiempos de ejecución.</p>	<p>Existe diferencia significativa entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los tiempos de ejecución.</p>	
<p>¿Cuál es la diferencia entre método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los impactos sociales y ambientales?</p>	<p>Determinar la diferencia entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los impactos sociales y ambientales.</p>	<p>Existe diferencia significativa entre el método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, según los impactos sociales y ambientales.</p>	

ANEXO 02: Matriz de operacionalización de variables

Matriz operacional de la variable independiente

Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumentos	Unidad
Método convencional y método fragmentación de tuberías	Costos Directos	Metrado Rendimiento Análisis Precios Unitarios Presupuesto	Programa S10	Costo: Soles (S/.)
	Tiempos de Ejecución	Duración de la obra Rendimiento	Programa Ms Project	Tiempo: Días calendario
	Impactos Sociales y ambientales	Seguridad Polvo Ruido Tráfico Malos Olores Comercio y servicios	Matriz de Leopold	Impacto Social y Ambiental: Magnitud e Intesidad

Fuente: Elaboración propia

Matriz operacional de la variable dependiente

Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Rehabilitación del sistema de alcantarillado	-----	Mano de Obra	Descripción teórica
		Fragmentación Dinámica	Descripción teórica
		Tuberías de HDPE	Descripción teórica
		Compresora Winch Martillo Neumático Cabezal Cobra	Descripción teórica

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 03: Figuras

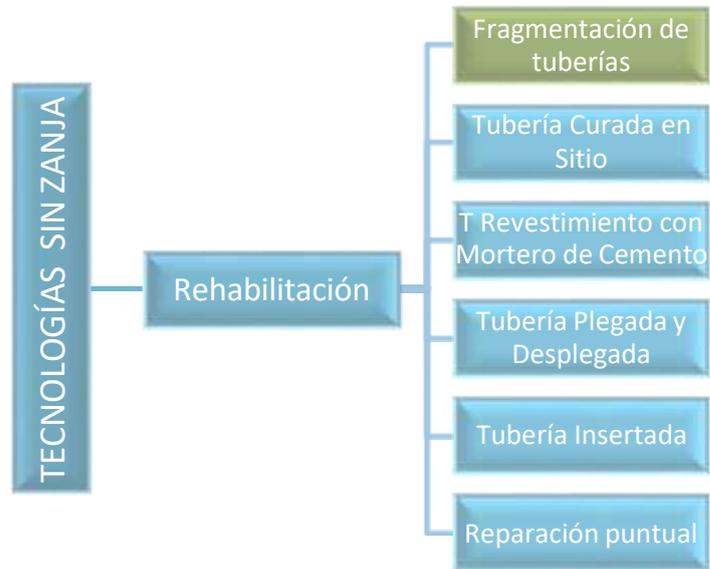


Figura 30: Clasificación de las Tecnologías sin zanja.

Fuente: Sedapal (n.d). Tecnologías sin Zanja.

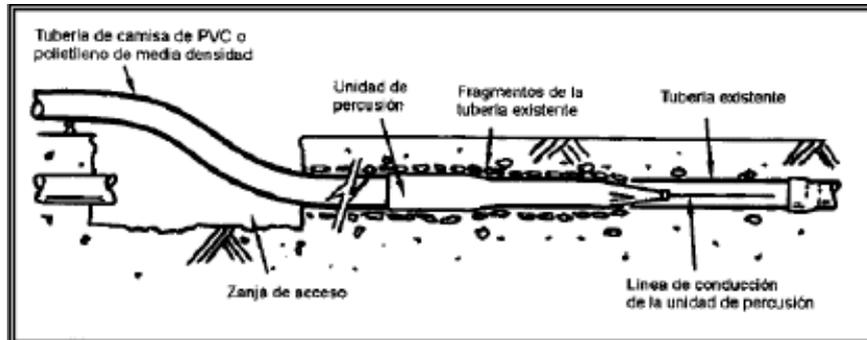


Figura 31: Método Fragmentación de Tuberías (Pipe Bursting)

Fuente: Resolución Ministerial N°019-2014-Vivienda.

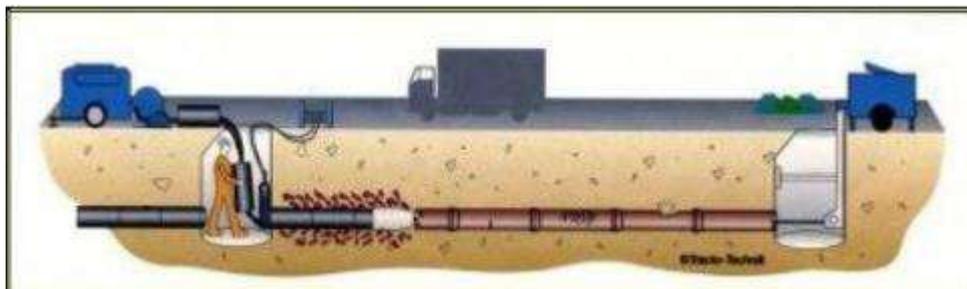


Figura 32: Método Fragmentación de Tubería Dinámica

Fuente: Resolución Ministerial N°019-2014-Vivienda.

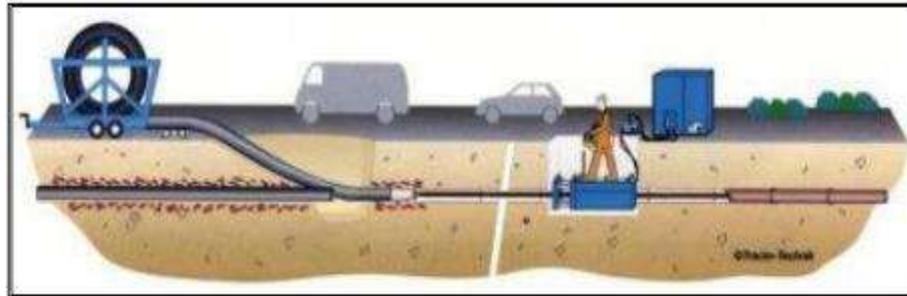


Figura 33: Método Fragmentación de Tubería Estática

Fuente: Resolución Ministerial N°019-2014-Vivienda.

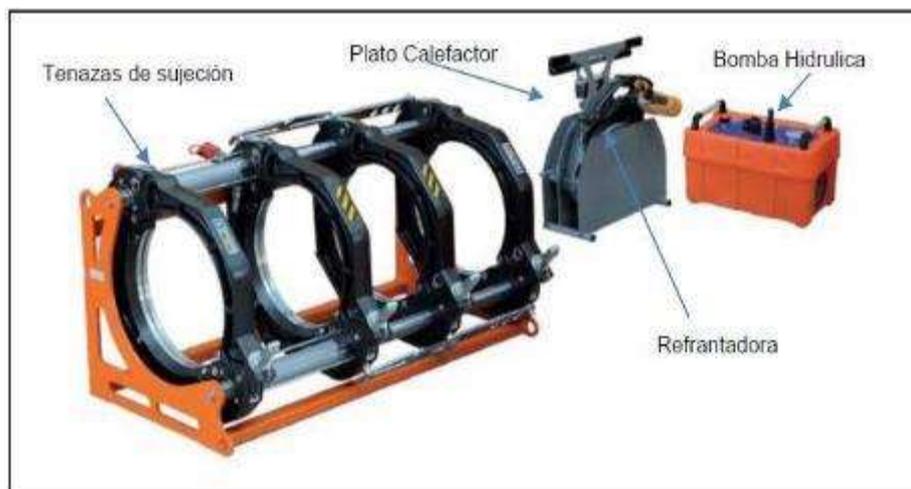


Figura 34: Equipo de Termofusión BASIC 315

Fuente: Ritmo Plastic Welding Technology



Figura 35: Colocación de plato calefactor

Fuente: Elaboración Propia

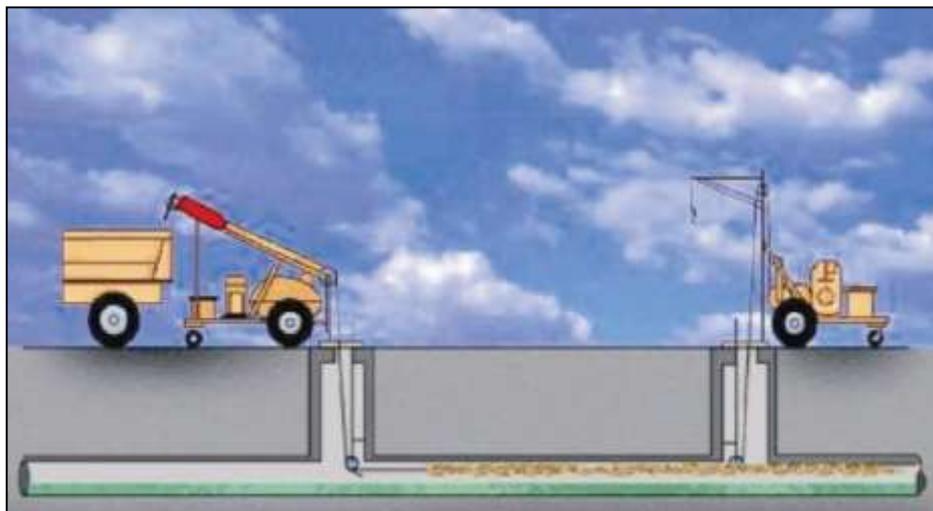


Figura N°36: Esquema del sistema de limpieza de máquina de balde.
Fuente: Artes Metálicas Loja - Contratista.



Figura N°37: Operario sacando material de Buzón
Fuente: Elaboración Propia



Figura N°38: Cadena y Balde – Máquina de Balde
Fuente: Artes Metálicas Loja - Contratista.



Figura N°39: Vista de la inspección televisiva en un colector de PVC
Fuente: Elaboración propia



Figura N°40: Hydroguide HG-12
Fuente: Hammerhead Trenchless



Figura N°41: Winche HG-12 posicionado
Fuente: Elaboración propia



Figura N°42: Topo neumático modelo 5 ¾”

Fuente: Elaboración propia



Figura N°43: Compresora SULLAIR de 375 PCM

Fuente: Elaboración propia



Figura N°44: Cabezal de rotura o expansor

Fuente: Elaboración propia



Figura N°45: Pasacables tipo Cobra de 150 ml

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04: Tablas

Tabla N° 25

Características Técnicas de tuberías PE 100

Propiedad	PE100	Unidad
Coefficiente de Fricción Manning	n = 0,009	
Factor de Seguridad	1.25	
Longitud	1	metro
Densidad	0.957-0.961	gr/cm ³
Índice de Fluidez (MFR) 190°C/ 5 Kg	0.40	gr/10 min
Contenido negro de humo	2.0-2.5	%
Resistencia a la Tracción	23-25	MPa.
Resistencia a la Flexión	23,00	MPa.
Modulo Tensil	900.00	MPa.
Tensión de Diseño (σ)	8,00	MPa.
Mínimo Esfuerzo Requerido (MRS)	>10	MPa.
Alargamiento de Rotura	>600	%
Coefficiente de dilatación lineal	0.20	mm/m°C.
Temperatura de fragilidad	<-70	°C
Dureza Shore D a 20°C escala	61,00	Escala D

Fuente: Norma NTP ISO 8772-2009

Tabla N° 26

Propiedades físicas de tuberías PE 100 según sus dimensiones

PE100	SN2 SDR33		SN4 SDR26		SN8 SDR21	
	Espesor (mm.)	Peso (kg/m.)	Espesor (mm.)	Peso (kg/m.)	Espesor (mm.)	Peso (kg/m.)
110			4.20	1.45	5.30	1.80
125			4.80	1.87	6.00	2.31
160	4.90	2.46	6.20	3.09	7.70	3.77
200	6.20	3.89	7.70	4.76	9.60	5.86
250	7.70	6.00	9.60	7.40	11.90	9.05
315	9.70	9.49	12.10	11.74	15.00	14.38
355	10.90	12.00	13.60	14.83	16.90	18.63
400	12.30	15.27	15.30	18.80	19.10	23.69
450	13.80	19.22	17.20	24.27	21.50	29.88
600	15.30	23.70	19.10	29.93	23.90	36.79
630	19.30	38.49	24.10	47.57	30.00	58.47
800	24.50	61.87	30.60	76.54	38.10	94.32
1000	30.60	96.49	38.20	119.73	47.70	147.44
1200	36.70	138.77	45.90	172.04	57.20	212.05

Fuente: Norma NTP ISO 8772-2009

Tabla N° 27

Especificaciones Técnicas BASIC 315

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
MATERIALES	HDPE/PP/PB/PVDF
RANGO DE TRABAJO	Ø 90 ÷ 315 MM - 3" IPS - 10" DIPS
ALIMENTACION	110 - 230 VAC 50/60 HZ
POTENCIA MÁXIMA ABSORBIDA	3900 W (110 V) - 4500 W (230 V)
TEMPERATURA DE TRABAJO	180° ÷ 280° C
RANGO DE PRESIONES DE TRABAJO	0 ÷ 150 BAR
PESO CUERPO ALINEADOR	86 KG
DIMENSIONES	1150X530X531 MM

Fuente: Ritmo Plastic Welding Technology

Tabla N°28

Especificaciones Técnicas HG-12

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CAPACIDAD NOMINAL (TN)	12
CAPACIDAD DEL CABLE - FT (M)	2,080 (634)
DIÁMETRO DEL CABLE - IN (MM)	5/8 (16)
PESO DEL CABLE - LB (KG)	1,550 (703)
LONGITUD DEL ALCANCE EN PROFUNDIDAD - FT (M)	18 (5.49)
VELOCIDAD DE LÍNEA - FPM (MPM)	47 (14.3)
POTENCIA - HP (KW)	36 (26.5)
ANCHO EN PULGADAS (CM)	70 (178)
ALTURA EN PULGADAS (CM)	67 (169)
LONGITUD - IN (CM)	171 (434)
PESO - LB (KG)	5,900 (2,676)

Fuente: Hammerhead Trenchless

Tabla N°29

Especificaciones Técnicas Topo Neumático

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

Fuente: Hammerhead Trenchless

ANEXO 05

Presupuesto del Proyecto: “Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”.



5.0 PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : REHABILITACION DE LA RED PRIMARIA DE AGUA POTABLE DEL Jr. AMAZONAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA

PROPIETARIO : EPS SEDACAJ S.A.

UBICACION : DPTO:CAJAMARCA PROV:CAJAMARCA DIST:CAJAMARCA

FECHA PROYECTO : 23/05/2018

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1	REHABILITACION DE LA RED PRIMARIA DE AGUA POTABLE DEL Jr AMAZONAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA	-	-	-	-	967649.58
1.1	OBRAS PRELIMINARES					120195.22
1.1.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA	glb	1	9024.6	9024.6	
1.1.2	CARTEL DE OBRA DE 2.40M x 3.60M, SOPORTE DE MADERA CON GIGANTOGRAFIA	und	2	859.73	1719.46	
1.1.3	ALMACEN DE OBRA Y CASETA DE GUARDIANIA	m ²	200	135	27000	
1.1.4	CERCO DE MALLA HDP H=1 m - LIMITE DE SEGURIDAD DE OBRA	m	2272.32	2.63	5976.2	
1.1.5	TRAZO Y REPLANTEO DE ZANJAS INICIAL	m	1136.16	1.56	1772.41	
1.1.6	ROTURA PAVIMENTO MIXTO 2" ASFALTO+20 CM CONCRETO CON MAQUINARIA	m ²	945.62	43.43	41068.28	
1.1.7	ROTURA PAVIMENTO MIXTO 2" ASFALTO+20 CM CONCRETO - MANUAL	m ²	167.14	77.78	13000.15	
1.1.8	DESMONTAJE Y RETIRO DE TUBERIA EXISTENTE	m	1058.16	19.5	20634.12	
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					163521.29
1.2.1	EXCAVACION DE ZANJA (A=1M) PARA TUB. PVC 315 MM CON MAQUINARIA	m	846.53	15.89	13451.36	
1.2.2	EXCAVACION DE ZANJA (A=1M) PARA TUB. PVC 315MM - MANUAL	m	211.63	34.42	7284.3	
1.2.3	EXCAVACION DE ZANJA (A=0.70M) PARA TUB. PVC 110 MM CON MAQUINARIA	m	62.4	10.26	640.22	
1.2.4	EXCAVACION DE ZANJA (A=0.70M) PARA TUB. PVC 110MM - MANUAL	m	15.6	26.77	417.61	
1.2.5	RELLENO Y COMPACTACION ZANJA PARA TUBERIA DE 315mm, MATERIAL DE PRESTAMO	m	1058.16	32.06	33924.61	
1.2.6	RELLENO Y COMPACTACION ZANJA TUBERIA 110 mm, MATERIAL DE PRESTAMO	m	78	16.62	1296.36	
1.2.7	RELLENO Y COMPACTACION ZANJA PARA TUBERIA DE 315mm, MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m	1058.16	17.27	18274.42	
1.2.8	RELLENO Y COMPACTACION ZANJA TUBERIA 110 mm MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m	78	13.33	1039.74	
1.2.9	PREPARACION DE CAMA DE APOYO TUB. PVC 315 mm, UF NTP ISO 1452	m	1058.16	11.78	12465.12	
1.2.10	PREPARACION DE CAMA DE APOYO TUB. PVC 110 mm, UF NTP ISO 1452	m	78	7.68	599.04	
1.2.11	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON VOLQUETE Y CARGUO MANUAL	m ³	271.8	74.09	20137.66	
1.2.12	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m ³	1087.21	49.66	53990.85	
1.3	INSTALACION DE TUBERIAS DE AGUA					215108.18
1.3.1	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA INSTALACION DE TUBERIAS	m	1136.16	1.75	1988.28	
1.3.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 110 mm, UF NTP ISO 1452 - C10	m	78	104.19	8126.82	

1.3.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PVC 315 mm, UF NTP ISO 1452 - C10	m	1058.16	175.06	185241.49
1.3.4	NIVELACION Y CONFORMACION DE FONDOS EN TERRENO NORMAL	m	1136.16	6.8	7725.89
1.3.5	PRUEBA HIDRAULICA + DESINFECCION TUBERIA PVC 110mm, NTP ISO 1452 - C10	m	78	3.32	258.96
1.3.6	PRUEBA HIDRAULICA + DESINFECCION TUBERIA PVC 315 mm, NTP ISO 1452 -C10	m	1058.16	11.12	11766.74
1.4	INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS				91830.42
1.4.1	TEE DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL 315MM X 315MM PN-16	und	1	1718.75	1718.75
1.4.2	TEE DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL 315MM X 110MM PN-16	und	3	1458.37	4375.11
1.4.3	REDUCCION DE PVC TUBERIA DE 315MM A 200MM C-10	und	1	1055.13	1055.13
1.4.4	REDUCCION DE PVC TUBERIA DE 315MM A 110MM C-10	und	1	980.39	980.39
1.4.5	UNIION MECANICA DE AMPLIO RANGO SIMILAR. de 110mm PN-16	und	1	338.14	338.14
1.4.6	UNION MECANICA DE AMPLIO RANGO DE 200MM PN-16	und	1	461.58	461.58
1.4.7	UNION DE REPARACION PVC 315MM - C10	und	27	325.32	8783.64
1.4.8	UNION DE REPARACION PVC 110MM - C10	und	37	87.91	3252.67
1.4.9	CRUZ HIERRO FUNDIDO DUCTIL 315MMX110 CON EMBONE A PVC PN-16	und	11	1511.95	16631.45
1.4.10	TEE DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL Ø 110MM PN-16	und	2	388.38	776.76
1.4.11	VALVULA DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL 110 mm PN-16	und	9	892.6	8033.4
1.4.12	VALVULA COMPUERTA HFD 315 MM PN -16	und	5	3399.52	16997.6
1.4.13	VALVULA DE AIRE 100 MM (INC. ACCESORIOS)	und	2	8233.4	16466.8
1.4.14	CONCRETO f _c = 210 kg/cm ² EN CAJA DE VALVULA DE AIRE	m ³	9.56	414.01	3957.94
1.4.15	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	55.44	48.19	2671.65
1.4.16	ACERO f _y =4200 kg/cm ²	kg	1121.98	4.75	5329.41
1.5	VARIOS				79114.49
1.5.1	CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE VALVULA	und	9	407.38	3666.42
1.5.2	REPARACION DE ROTURA DE CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA 3/4"	und	223	54.4	12131.2
1.5.3	REPARACION DE ROTURA DE CONEXION DE DESAGUE DE 2.50-4.00 m	und	194	92.02	17851.88
1.5.4	ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS-ESTANDAR	und	9	153.04	1377.36
1.5.5	ENSAYO DE SUELOS-PROCTOR MODIFICADO	und	21	135.52	2845.92
1.5.6	ENSAYO DE SUELOS- DENSIDAD DE CAMPO	und	18	36.01	648.18
1.5.7	ENSAYO DE ROTURA TESTIGO DE CONCRETO	und	30	56.52	1695.6
1.5.8	CONCRETO f _c =140Kg/cm ² EN ANCLAJES	m ³	11.61	354.61	4117.02
1.5.9	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ANCLAJES Y/O BASES DE APOYO	m ²	67.53	43.01	2904.47
1.5.10	PINTADO DE SARDINEL DE VEREDAS	m ²	370.37	10.14	3755.55
1.5.11	REACONDICIONAMIENTO DE AREA DE OBRA	m ²	6943.43	4.05	28120.89
1.6	PISTAS				194310.47
1.6.1	SUB BASE E= 0.15 m	m ²	1112.76	20.37	22666.92
1.6.2	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =210 Kg/cm ² LOSA H=0.18 m	m ²	1112.76	110.49	122948.85
1.6.3	CONCRETO f _c = 210 kg/cm ² EN SARDINEL DE CUNETAS	m ³	28.74	442.63	12721.19
1.6.4	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	287.45	55.17	15858.62
1.6.5	JUNTAS ASFALTICAS	m	372.9	8.73	3255.42
1.6.6	CARPETA ASFALTICA EN FRIO	m ³	33.45	504.02	16859.47
1.7	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE				50424.79
1.7.1	<u>ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</u>	-	-	-	<u>49041.04</u>
1.7.1.1	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	45	213.68	9615.6
1.7.1.2	EQUIPO DE PROTECCION COLECTIVA	gib	1	2500	2500
1.7.1.3	SENAIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	gbl	1	2500	2500
1.7.1.4	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	gbl	1	7500	7500
1.7.1.5	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	gib	1	5000	5000
1.7.1.6	S.S.H.H. PORTATIL (INC. MANTENIMIENTO)	mes	3	1358.48	4075.44
1.7.1.7	CHARLA DE SENSIBILIZACION PARA PERSONAL DE LA OBRA P/SEMAN	sem	14	1275	17850
1.7.2	MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL				1383.75
1.7.2.1	RIEGO DE ZONA DE TRABAJO PARA MITIGAR LA CONTAMINACION - POLVO (INC. AGUA, TRANSPORTE Y SURTIDO A OBRA)	gib	1	1383.75	1383.75
1.8	SENAIZACION Y CONTROL DE TRANSITO				53144.72
1.8.1	TRANQUERAS DE MADERA 1.20X1.10 m PARA DESVIO TRANSITO VEHICULAR	und	20	311.45	6229
1.8.2	SENAIZACION E ILUMINACION NOCTURNA	und	8	5240.61	41924.88

“Método convencional y el método fragmentación de tuberías, en la Rehabilitación del sistema de alcantarillado en la ciudad de Cajamarca”

1.8.3	PUENTES PEATONALES P/CRUCES PROVISIONALES	und	10	142.93	1429.3																																																						
1.8.4	PUENTE VEHICULAR PROVISIONAL	und	2	314.77	329.54																																																						
1.8.5	CARTEL DE INFORMACION	und	10	244.22	2442.2																																																						
1.8.6	CONOS FOSFORESCENTES NARANJA	und	20	24.49	489.8																																																						
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Costo Directo</td> <td colspan="4"></td> <td>S/967,649.58</td> </tr> <tr> <td>Gastos Generales</td> <td colspan="4"></td> <td>S/154,661.27</td> </tr> <tr> <td>Utilidad</td> <td colspan="4"></td> <td>S/48,382.48</td> </tr> <tr> <td>Parcial</td> <td colspan="4"></td> <td>S/1,170,693.33</td> </tr> <tr> <td>I.G.V.</td> <td colspan="4"></td> <td>S/210,724.80</td> </tr> <tr> <td>VALOR REFERENCIAL</td> <td colspan="4"></td> <td>S/1,381,418.13</td> </tr> <tr> <td>GASTOS DE SUPERVISION</td> <td></td> <td>5.60%</td> <td colspan="2"></td> <td>S/77,376.59</td> </tr> <tr> <td>Elab. de Exp. Tecnico</td> <td colspan="4"></td> <td>S/17,000.00</td> </tr> <tr> <td>TOTAL :</td> <td colspan="4"></td> <td>S/1,475,794.72</td> </tr> </tbody> </table>						Costo Directo					S/967,649.58	Gastos Generales					S/154,661.27	Utilidad					S/48,382.48	Parcial					S/1,170,693.33	I.G.V.					S/210,724.80	VALOR REFERENCIAL					S/1,381,418.13	GASTOS DE SUPERVISION		5.60%			S/77,376.59	Elab. de Exp. Tecnico					S/17,000.00	TOTAL :					S/1,475,794.72
Costo Directo					S/967,649.58																																																						
Gastos Generales					S/154,661.27																																																						
Utilidad					S/48,382.48																																																						
Parcial					S/1,170,693.33																																																						
I.G.V.					S/210,724.80																																																						
VALOR REFERENCIAL					S/1,381,418.13																																																						
GASTOS DE SUPERVISION		5.60%			S/77,376.59																																																						
Elab. de Exp. Tecnico					S/17,000.00																																																						
TOTAL :					S/1,475,794.72																																																						

ANEXO 06

Análisis de Precios Unitarios del Proyecto: “**Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca**”.

Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO : REHABILITACION DE LA RED PRIMARIA DE AGUA POTABLE DEL Jr. AMAZONAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA
 ETAPA 1.0 : REHABILITACION DE LA RED PRIMARIA DE AGUA POTABLE DEL Jr AMAZONAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA
 PROPIETARIO : EPS SEDACAJ S.A.
 UBICACION : DPTO:CAJAMARCA PROV:CAJAMARCA DIST:CAJAMARCA
 FECHA PROYECTO : 14/05/2018

Partida: 1.1.1 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA

Rendimiento: 1 glb/Día

Cos o unitario por glb **9,024.60**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES					9,024.60
32 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb	-	1.0000	9,024.60	9,024.60

Partida: 1.1.2 CARTEL DE OBRA DE 2.40M x 3.60M, SOPORTE DE MADERA CON GIGANTOGRAFIA

Rendimiento: 1 und/Día

Cos o unitario por und **859.73**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					277.36
47 OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	20.05	160.40
47 PEON	hh	1.0000	8.0000	14.62	116.96
MATERIALES					574.05
02 CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	-	1.0000	3.39	3.39
02 PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 3 1/2"	pza	-	9.0000	2.82	25.38
21 CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	-	1.8700	22.37	41.83
38 HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m³	-	0.3600	45.00	16.20
39 GIGANTOGRAFIA de 2.40m x 3.60m	u	-	1.0000	450.00	450.00
44 MADERA PARA ENCOFRADO	p2	-	9.4500	2.47	23.34
54 PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	-	0.4320	32.20	13.91
EQUIPO					8.32
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	277.36	8.32

Partida: 1.1.3 ALMACEN DE OBRA Y CASETA DE GUARDIANIA

Rendimiento: 5 m²/Día

Cos o unitario por m² **135.00**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					104.84
47 OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	20.05	32.08
47 OFICIAL	hh	1.0000	1.6000	16.24	25.98
47 PEON	hh	2.0000	3.2000	14.62	46.78
MATERIALES					27.01
02 ALAMBRE NEGRO # 8	kg	-	0.2000	3.34	0.67
02 CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	-	0.1500	3.39	0.51
44 MADERA PARA ENCOFRADO	p2	-	4.0000	2.47	9.88
45 TRIPLAY DE 6 mm PARA ENCOFRADO	pl	-	0.2000	33.05	6.61
56 CALAMINA GALVANIZADA 1.83 X 0.830 m X 0.27 mm	pl	-	0.8500	10.99	9.34
EQUIPO					3.15
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	104.84	3.15

Partida: 1.1.4 CERCO DE MALLA HDP H=1 m - LIMITE DE SEGURIDAD DE OBRA

Rendimiento:200 m/Día

Cos o unitario por m **2.63**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					1.38
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	20.05	0.80
47 PEON	hh	1.0000	0.0400	14.62	0.58
MATERIALES					1.21
04 ARENA GRUESA DE CERRO	m ³	-	0.0025	30.00	0.08
21 CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	-	0.0030	22.37	0.07
44 MADERA PARA ENCOFRADO	p2	-	0.0310	2.47	0.08
46 MALLA HDP H=1 m ALTURA PARA CERCO	m	-	1.0000	0.93	0.93
54 PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO	gal	-	0.0013	42.29	0.05
EQUIPO					0.04
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	1.38	0.04

Partida: 1.1.5 TRAZO Y REPLANTEO DE ZANJAS INICIAL

Rendimiento:400 m/Día

Cos o unitario por m **1.56**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					0.98
47 TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0200	20.05	0.40
47 PEON	hh	2.0000	0.0400	14.62	0.58
MATERIALES					0.16
30 YESO DE 28 Kg	bls	-	0.0080	16.61	0.13
44 MADERA PARA ENCOFRADO	p2	-	0.0120	2.47	0.03
EQUIPO					0.42
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	0.98	0.03
37 WINCHA DE 30 m	u	0.0000	0.0020	50.00	0.10
37 CORDEL	m	0.0000	0.0300	0.20	0.01
30 NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0200	1.38	0.03
30 ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0200	12.50	0.25

Partida: 1.1.6 ROTURA PAVIMENTO MIXTO 2" ASFALTO+20 CM CONCRETO CON MAQUINARIA

Rendimiento:30 m²/Día

Cos o unitario por m² **43.43**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					30.32
47 OFICIAL	hh	2.5000	0.6667	16.24	10.83
47 PEON	hh	5.0000	1.3333	14.62	19.49
MATERIALES					2.47
34 GASOLINA 84 OCTANOS	gal	-	0.2000	12.37	2.47
EQUIPO					10.64
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	30.32	0.91
37 DISCOS FIBRA PARA CORTAR CONCRETO 1/8"X 14"	pza	0.0000	0.0040	1,060.00	4.24
48 CORTADOR DE CONCRETO	hm	1.0000	0.2667	7.50	2.00
49 COMPRESORA NEUMATICA 93 HP 335-375 PCM	hm	0.7000	0.1867	8.00	1.49
49 MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg	hm	1.0000	0.2667	7.50	2.00

Partida: 1.1.7 ROTURA PAVIMENTO MIXTO 2" ASFALTO+20 CM CONCRETO - MANUAL

Rendimiento:4 m²/Día

Cos o unitario por m² **77.78**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					61.72
47 OFICIAL	hh	1.0000	2.0000	16.24	32.48
47 PEON	hh	1.0000	2.0000	14.62	29.24
MATERIALES					2.47
34 GASOLINA 84 OCTANOS	gal	-	0.2000	12.37	2.47
EQUIPO					13.59
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	61.72	1.85
37 DISCOS FIBRA PARA CORTAR CONCRETO 1/8"X 14"	pza	0.0000	0.0040	1,060.00	4.24
48 CORTADOR DE CONCRETO	hm	0.5000	1.0000	7.50	7.50

Partida: 1.1.8 DESMONTAJE Y RETIRO DE TUBERIA EXISTENTE

Rendimiento:100 m/Día

Cos o unitario por m **19.50**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					6.93
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	20.05	1.60
47 OFICIAL	hh	0.5000	0.0400	16.24	0.65
47 PEON	hh	4.0000	0.3200	14.62	4.68
EQUIPO					12.57
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	6.93	0.21
48 CAMION VOLQUETE DE 8 M3	hm	1.0000	0.0800	125.00	10.00
48 EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	0.0800	25.00	2.00
37 TECLA DE 5 ton INC. TRIPODE Y CADENA	hm	1.0000	0.0800	4.50	0.36

Partida: 1.2.1 EXCAVACION DE ZANJA (A=1M) PARA TUB. PVC 315 MM CON MAQUINARIA

Rendimiento:150 m/Día

Cos o unitario por m **15.89**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					8.18
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	20.05	1.07
47 PEON	hh	8.0000	0.4267	14.62	6.24
47 OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	16.24	0.87
EQUIPO					7.71
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	8.18	0.25
49 RETROEXCAVADORA 225 HP	hm	1.0000	0.0533	140.00	7.46

Partida: 1.2.2 EXCAVACION DE ZANJA (A=1M) PARA TUB. PVC 315MM - MANUAL

Rendimiento:3.5 m/Día

Cos o unitario por m **34.42**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					33.42
47 PEON	hh	1.0000	2.2857	14.62	33.42
EQUIPO					1.00
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	33.42	1.00

Partida: 1.2.3 EXCAVACION DE ZANJA (A=0.70M) PARA TUB. PVC 110 MM CON MAQUINARIA Rendimiento:150 m/Día

Cos o unitario por m **10.26**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					2.72
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	20.05	1.07
47 PEON	hh	1.0000	0.0533	14.62	0.78
47 OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	16.24	0.87
EQUIPO					7.54
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	2.72	0.08
49 RETROEXCAVADORA 225 HP	hm	1.0000	0.0533	140.00	7.46

Partida: 1.2.4 EXCAVACION DE ZANJA (A=0.70M) PARA TUB. PVC 110MM - MANUAL Rendimiento:4.5 m/Día

Cos o unitario por m **26.77**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					25.99
47 PEON	hh	1.0000	1.7778	14.62	25.99
EQUIPO					0.78
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	25.99	0.78

Partida: 1.2.5 RELLENO Y COMPACTACION ZANJA PARA TUBERIA DE 315mm, MATERIAL DE PRESTAMO Rendimiento:45 m/Día

Cos o unitario por m **32.06**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					5.20
47 PEON	hh	2.0000	0.3556	14.62	5.20
MATERIALES					25.80
04 ARENA GRUESA DE CERRO	m ³	-	0.8600	30.00	25.80
EQUIPO					1.06
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	5.20	0.16
37 PISON DE CONCRETO	hm	1.0000	0.1778	0.70	0.12
49 COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	1.0000	0.1778	4.38	0.78

Partida: 1.2.6 RELLENO Y COMPACTACION ZANJA TUBERIA 110 mm, MATERIAL DE PRESTAMO Rendimiento:70 m/Día

Cos o unitario por m **16.62**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					3.34
47 PEON	hh	2.0000	0.2286	14.62	3.34
MATERIALES					12.60
04 ARENA GRUESA DE CERRO	m ³	-	0.4200	30.00	12.60
EQUIPO					0.68
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	3.34	0.10
37 PISON DE CONCRETO	hm	1.0000	0.1143	0.70	0.08
49 COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	1.0000	0.1143	4.38	0.50

Partida: 1.2.7 RELLENO Y COMPACTACION ZANJA PARA TUBERIA DE 315mm, MATERIAL PROPIO SELECCIONADO Rendimiento:8 m/Día

Cos o unitario por m **17.27**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					14.62
47 PEON	hh	1.0000	1.0000	14.62	14.62
EQUIPO					2.65
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	14.62	0.44
49 COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	0.3000	0.3000	4.38	1.31
49 ZARANDA (malla 1" max)	hm	0.4500	0.4500	2.00	0.90

Partida: 1.2.8 RELLENO Y COMPACTACIÓN ZANJA TUBERÍA 110 mm MATERIAL PROPIO SELECCIONADO

Rendimiento:10 m/Día

Cos o unitario por m **13.33**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					11.70
47 PEON	hh	1.0000	0.8000	14.62	11.70
EQUIPO					1.63
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	11.70	0.35
49 ZARANDA (malla 1" max)	hm	0.4500	0.3600	2.00	0.72
49 COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	0.1600	0.1280	4.38	0.56

Partida: 1.2.9 PREPARACION DE CAMA DE APOYO TUB. PVC 315 mm, UF NTP ISO 1452

Rendimiento:100 m/Día

Cos o unitario por m **11.78**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					2.82
47 OPERARIO	hh	0.3000	0.0240	20.05	0.48
47 PEON	hh	2.0000	0.1600	14.62	2.34
MATERIALES					8.70
04 ARENA GRUESA DE CERRO	m ³	-	0.2900	30.00	8.70
EQUIPO					0.26
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	2.82	0.08
49 COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	0.5000	0.0400	4.38	0.18

Partida: 1.2.10 PREPARACION DE CAMA DE APOYO TUB. PVC 110 mm, UF NTP ISO 1452

Rendimiento:180 m/Día

Cos o unitario por m **7.68**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					1.57
47 OPERARIO	hh	0.3000	0.0133	20.05	0.27
47 PEON	hh	2.0000	0.0889	14.62	1.30
MATERIALES					6.00
04 ARENA GRUESA DE CERRO	m ³	-	0.2000	30.00	6.00
EQUIPO					0.11
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	1.57	0.05
49 COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	0.3000	0.0133	4.38	0.06

Partida: 1.2.11 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON VOLQUETE Y CARGUIO MANUAL

Rendimiento:20 m³/Día

Cos o unitario por m³ **74.09**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					23.39
47 PEON	hh	4.0000	1.6000	14.62	23.39
EQUIPO					50.70
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	23.39	0.70
48 CAMION VOLQUETE DE 8 M3	hm	1.0000	0.4000	125.00	50.00

Partida: 1.2.12 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA

Rendimiento: 110 m³/Día

Cos o unitario por m³ **49.66**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					10.08
47 PEON	hh	4.0000	0.2909	14.62	4.25
47 OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	4.0000	0.2909	20.05	5.83
EQUIPO					39.58
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	10.08	0.30
48 CAMION VOLQUETE DE 8 M3	hm	3.0000	0.2182	125.00	27.28
49 CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1.0000	0.0727	165.00	12.00

Partida: 1.3.1 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA INSTALACION DE TUBERIAS

Rendimiento: 350 m/Día

Cos o unitario por m **1.75**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					1.13
47 TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0229	20.05	0.46
47 PEON	hh	2.0000	0.0457	14.62	0.67
MATERIALES					0.16
30 YESO DE 28 Kg	bls	-	0.0080	16.61	0.13
44 MADERA PARA ENCOFRADO	p2	-	0.0120	2.47	0.03
EQUIPO					0.46
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	1.13	0.03
37 WINCHA DE 30 m	u	0.0000	0.0020	50.00	0.10
37 CORDEL	m	0.0000	0.0300	0.20	0.01
30 NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0229	1.38	0.03
30 ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0229	12.50	0.29

Partida: 1.3.2 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 110 mm, UF NTP ISO 1452 - C10

Rendimiento: 300 m/Día

Cos o unitario por m **104.19**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					2.72
47 OPERARIO	hh	2.0000	0.0533	20.05	1.07
47 OFICIAL	hh	2.0000	0.0533	16.24	0.87
47 PEON	hh	2.0000	0.0533	14.62	0.78
MATERIALES					101.33
01 LUBRICANTE	gal	-	0.0040	35.17	0.14
03 SIERRA 12"	u	-	0.0050	7.03	0.04
66 TUBERIA PVC 110 mmx6.0 m UF NT ISO 1452 - C10	und	-	0.1750	557.81	97.62
66 ANILLO DE JEBE Ø 110 mm UF NTP ISO 1452	und	-	0.2500	14.13	3.53
EQUIPO					0.14
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	2.72	0.14

Partida: 1.3.3 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PVC 315 mm, UF NTP ISO 1452 - C10

Rendimiento:250 m/Día

Cos o unitario por m **175.06**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					3.26
47 OPERARIO	hh	2.0000	0.0640	20.05	1.28
47 OFICIAL	hh	2.0000	0.0640	16.24	1.04
47 PEON	hh	2.0000	0.0640	14.62	0.94
MATERIALES					171.70
01 LUBRICANTE	gal	-	0.0120	45.02	0.54
66 ANILLO DE JEBE 315 MM	und	-	0.0175	65.00	1.14
72 TAPON HEMBRA PVC SAP PARA AGUA CON ROSCA DE 12"	und	-	0.0050	608.00	3.04
72 TUBERIA PVC Ø 315 mm x 6.0 m C-10 UF ISO 1452 - C10	m	-	1.0300	162.12	166.98
EQUIPO					0.10
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	3.26	0.10

Partida: 1.3.4 NIVELACION Y CONFORMACION DE FONDOS EN TERRENO NORMAL

Rendimiento:70 m/Día

Cos o unitario por m **6.80**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					5.63
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.1143	20.05	2.29
47 PEON	hh	2.0000	0.2286	14.62	3.34
EQUIPO					1.17
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	5.63	0.17
49 COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	2.0000	0.2286	4.38	1.00

Partida: 1.3.5 PRUEBA HIDRAULICA + DESINFECCION TUBERIA PVC 110mm, NTP ISO 1452 - C10

Rendimiento:200 m/Día

Cos o unitario por m **3.32**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					2.03
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	20.05	0.80
47 OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	16.24	0.65
47 PEON	hh	1.0000	0.0400	14.62	0.58
MATERIALES					0.13
39 AGUA	m³	-	0.0100	7.00	0.07
39 HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	kg	-	0.0040	13.88	0.06
EQUIPO					1.16
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	2.03	0.06
37 BALDE PRUEBA TAPON ABRAZADERA Y ACCESORIOS	hm	1.0000	0.0400	18.00	0.72
48 BOMBA MANUAL PARA PRUEBA DE TUBERIA	hm	1.0000	0.0400	9.50	0.38

Partida: 1.3.6 PRUEBA HIDRAULICA + DESINFECCION TUBERIA PVC 315 mm, NTP ISO 1452 -C10

Rendimiento:100 m/Día

Cos o unitario por m **11.12**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					6.54
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	20.05	1.60
47 OFICIAL	hh	2.0000	0.1600	16.24	2.60
47 PEON	hh	2.0000	0.1600	14.62	2.34
MATERIALES					1.26
39 AGUA	m³	-	0.1700	7.00	1.19
39 HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	kg	-	0.0050	13.88	0.07
EQUIPO					3.32
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	6.54	0.20
37 BALDE PRUEBA TAPON ABRAZADERA Y ACCESORIOS	hm	0.5000	0.0400	18.00	0.72
48 MOTOBOMBA 3.5 HP 2"	d	0.5000	0.0400	60.00	2.40

Partida: 1.4.1 TEE DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL 315MM X 315MM PN-16

Rendimiento:3 und/Día

Cos o unitario por und **1,718.75**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						92.46
47	OPERARIO	hh	1.0000	2.6667	20.05	53.47
47	PEON	hh	1.0000	2.6667	14.62	38.99
MATERIALES						1,623.52
66	ANILLO DE JEBE 315 MM	und	-	3.0000	65.00	195.00
01	LUBRICANTE	gal	-	0.0100	45.02	0.45
77	TEE DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL DE 315x315mm PN-16	und	-	1.0000	1,428.07	1,428.07
EQUIPO						2.77
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	92.46	2.77

Partida: 1.4.2 TEE DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL 315MM X 110MM PN-16

Rendimiento:3 und/Día

Cos o unitario por und **1,458.37**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						92.46
47	OPERARIO	hh	1.0000	2.6667	20.05	53.47
47	PEON	hh	1.0000	2.6667	14.62	38.99
MATERIALES						1,363.14
66	ANILLO DE JEBE 315 MM	und	-	2.0000	65.00	130.00
77	TEE DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL DE 315X110 MM PN-16	und	-	1.0000	1,218.56	1,218.56
01	LUBRICANTE	gal	-	0.0100	45.02	0.45
66	ANILLO DE JEBE Ø 110 mm UF NTP ISO 1452	und	-	1.0000	14.13	14.13
EQUIPO						2.77
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	92.46	2.77

Partida: 1.4.3 REDUCCION DE PVC TUBERIA DE 315MM A 200MM C-10

Rendimiento:4 und/Día

Cos o unitario por und **1,055.13**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						69.34
47	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	20.05	40.10
47	PEON	hh	1.0000	2.0000	14.62	29.24
MATERIALES						983.71
72	REDUCCION DE PVC DE 315 mm A 200 mm C-10	und	-	1.0000	882.06	882.06
01	LUBRICANTE	gal	-	0.0100	45.02	0.45
66	ANILLO DE JEBE 200 mm UF ISO 1452	u	-	1.0000	36.20	36.20
66	ANILLO DE JEBE 315 MM	und	-	1.0000	65.00	65.00
EQUIPO						2.08
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	69.34	2.08

Partida: 1.4.4 REDUCCION DE PVC TUBERIA DE 315MM A 110MM C-10

Rendimiento:4 und/Día

Cos o unitario por und **980.39**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						69.34
47	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	20.05	40.10
47	PEON	hh	1.0000	2.0000	14.62	29.24
MATERIALES						908.97
66	ANILLO DE JEBE 315 MM	und	-	1.0000	65.00	65.00
66	ANILLO DE JEBE Ø 110 mm UF NTP ISO 1452	und	-	1.0000	14.13	14.13
72	REDUCCION DE PVC DE 315mm A 110mm C-10	und	-	1.0000	829.84	829.84
EQUIPO						2.08
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	69.34	2.08

Partida: 1.4.5 UNIIION MECANICA DE AMPLIO RANGO SIMILAR. de 110mm PN-16

Rendimiento:3 und/Día

Cos o unitario por und **338.14**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					135.77
47 OPERARIO	hh	1.0000	2.6667	20.05	53.47
47 OFICIAL	hh	1.0000	2.6667	16.24	43.31
47 PEON	hh	1.0000	2.6667	14.62	38.99
MATERIALES					198.30
51 UNION MECANICA DE AMPLIO RANGO 110 mm PVC-AC	u	-	1.0000	198.30	198.30
EQUIPO					4.07
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	135.77	4.07

Partida: 1.4.6 UNION MECANICA DE AMPLIO RANGO DE 200MM PN-16

Rendimiento:3 und/Día

Cos o unitario por und **461.58**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					135.77
47 OPERARIO	hh	1.0000	2.6667	20.05	53.47
47 OFICIAL	hh	1.0000	2.6667	16.24	43.31
47 PEON	hh	1.0000	2.6667	14.62	38.99
MATERIALES					321.74
51 UNION MECANICA DE AMPLIO RANGO 200 mm PVC-AC	u	-	1.0000	321.74	321.74
EQUIPO					4.07
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	135.77	4.07

Partida: 1.4.7 UNION DE REPARACION PVC 315MM - C10

Rendimiento:4 und/Día

Cos o unitario por und **325.32**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					72.58
47 OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	20.05	40.10
47 OFICIAL	hh	1.0000	2.0000	16.24	32.48
MATERIALES					250.56
66 ANILLO DE JEBE 315 MM	und	-	2.0000	65.00	130.00
72 UNION DE REPARACION PVC 315 mm NTP ISO 1452 - C10	u	-	1.0000	120.56	120.56
EQUIPO					2.18
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	72.58	2.18

Partida: 1.4.8 UNION DE REPARACION PVC 110MM - C10

Rendimiento:10 und/Día

Cos o unitario por und **87.91**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					29.03
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	20.05	16.04
47 OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	16.24	12.99
MATERIALES					58.01
72 UNION DE REPARACION PVC 110 mm NTP ISO 1452 -C10	und	-	1.0000	29.75	29.75
66 ANILLO DE JEBE Ø 110 mm UF NTP ISO 1452	und	-	2.0000	14.13	28.26
EQUIPO					0.87
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	29.03	0.87

Partida: 1.4.9 CRUZ HIERRO FUNDIDO DUCTIL 315MMX110 CON EMBONE A PVC PN-16

Rendimiento:4 und/Día

Cos o unitario por und **1,511.95**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					131.06
47 OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	20.05	40.10
47 OFICIAL	hh	1.0000	2.0000	16.24	32.48
47 PEON	hh	2.0000	4.0000	14.62	58.48
MATERIALES					1,376.96
50 CRUZ HFD DN=315x110 MM C/EMBONE PVC PN-16	u	-	1.0000	1,218.25	1,218.25
01 LUBRICANTE	gal	-	0.0100	45.02	0.45
66 ANILLO DE JEBE 315 MM	und	-	2.0000	65.00	130.00
66 ANILLO DE JEBE Ø 110 mm UF NTP ISO 1452	und	-	2.0000	14.13	28.26
EQUIPO					3.93
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	131.06	3.93

Partida: 1.4.10 TEE DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL Ø 110MM PN-16

Rendimiento:10 und/Día

Cos o unitario por und **388.38**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					29.03
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	20.05	16.04
47 OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	16.24	12.99
MATERIALES					358.48
77 TEE DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL DE 110mmX110mm PN -16	und	-	1.0000	316.09	316.09
66 ANILLO DE JEBE Ø 110 mm UF NTP ISO 1452	und	-	3.0000	14.13	42.39
EQUIPO					0.87
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	29.03	0.87

Partida: 1.4.11 VALVULA DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL 110 mm PN-16

Rendimiento:6 und/Día

Cos o unitario por und **892.60**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					46.22
47 OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	20.05	26.73
47 PEON	hh	1.0000	1.3333	14.62	19.49
MATERIALES					844.99
01 LUBRICANTE	gal	-	0.0120	45.02	0.54
77 VALVULA DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL DE 110 mm PN-16 (TIPO COMPUERTA)	und	-	1.0000	844.45	844.45
EQUIPO					1.39
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	46.22	1.39

Partida: 1.4.12 VALVULA COMPUERTA HFD 315 MM PN -16

Rendimiento:2 und/Día

Cos o unitario por und **3,399.52**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					320.60
47 OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	20.05	80.20
47 OFICIAL	hh	1.0000	4.0000	16.24	64.96
47 PEON	hh	3.0000	12.0000	14.62	175.44
MATERIALES					3,069.30
77 VALVULA DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL DE 315 mm PN-16 (TIPO COMPUERTA)	und	-	1.0000	2,939.30	2,939.30
66 ANILLO DE JEBE 315 MM	und	-	2.0000	65.00	130.00
EQUIPO					9.62
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	320.60	9.62

Partida: 1.4.13 VALVULA DE AIRE 100 MM (INC. ACCESORIOS)

Rendimiento:1 und/Día

Cos o unitario por und **8,233.40**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					277.36
47 OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	20.05	160.40
47 PEON	hh	1.0000	8.0000	14.62	116.96
MATERIALES					7,947.72
65 NIPLA DE HFD BB 150MM DE 1.00M	u	-	1.0000	1,104.78	1,104.78
71 CODO DE HFD BB DE 90° X 150MM	u	-	3.0000	300.00	900.00
71 ABRAZADERA DE HFD PARA TUBO DE 315 MM	u	-	1.0000	320.43	320.43
71 TRANSICION BRIDA CAMPANA HFD DE 150MM	u	-	1.0000	256.01	256.01
72 ADAPTADOR MAXI QUICK HFD	u	-	3.0000	682.39	2,047.17
77 VALVULA DE GLOBO DN 25 MM BRONCE	u	-	2.0000	56.98	113.96
78 VALVULA DE AIRE BB HFD DE 100 MM DE TRES TIEMPOS	u	-	1.0000	895.82	895.82
78 WALL SLEEVE TIPO I DE HFD 315 MM	u	-	1.0000	892.40	892.40
78 WALL SLEEVE TIPO II DE HFD 315 MM	u	-	1.0000	487.50	487.50
78 VALVULA COMPUERTA BB HFD DE 110 MM	u	-	1.0000	844.45	844.45
71 TUBERIA DE VENTILACION PVC DE 160MM (L. VARIABLE)	u	-	1.0000	85.20	85.20
EQUIPO					8.32
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	277.36	8.32

Partida: 1.4.14 CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 EN CAJA DE VALVULA DE AIRE

Rendimiento:12 m³/Día

Cos o unitario por m³ **414.01**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					132.49
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.05	13.37
47 OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	16.24	21.65
47 PEON	hh	10.0000	6.6667	14.62	97.47
MATERIALES					270.88
05 PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	-	0.5300	65.00	34.45
05 ARENA GRUESA DE RIO	m³	-	0.5200	65.00	33.80
21 CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	-	9.0000	22.37	201.33
39 AGUA	m³	-	0.1860	7.00	1.30
EQUIPO					10.64
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	132.49	3.97
48 MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11p3	hm	1.0000	0.6667	5.63	3.75
49 VIBRADOR DE CONCRETO DE 1.5"	hm	1.0000	0.6667	4.38	2.92

Partida: 1.4.15 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento:12 m²/Día

Cos o unitario por m² **48.19**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					33.95
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.05	13.37
47 OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	16.24	10.83
47 PEON	hh	1.0000	0.6667	14.62	9.75
MATERIALES					13.22
02 ALAMBRE NEGRO # 8	kg	-	0.1000	3.34	0.33
02 CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	-	0.0500	3.39	0.17
44 MADERA PARA ENCOFRADO	p2	-	5.1500	2.47	12.72
EQUIPO					1.02
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	33.95	1.02

Partida: 1.4.16 ACERO fy=4200 kg/cm2

Rendimiento:200 kg/Día

Cos o unitario por kg **4.75**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.45
47	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	20.05	0.80
47	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	16.24	0.65
MATERIALES						3.14
02	ALAMBRE NEGRO # 16	kg	-	0.0600	3.34	0.20
03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.0500	2.80	2.94
EQUIPO						0.16
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	1.45	0.04
37	CIZALLA PARA ACERO CONSTRUCCION HASTA 1"	und	1.0000	0.0308	3.75	0.12

Partida: 1.5.1 CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE VÁLVULA

Rendimiento:1 und/Día

Cos o unitario por und **407.38**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						277.36
47	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	20.05	160.40
47	PEON	hh	1.0000	8.0000	14.62	116.96
MATERIALES						121.70
02	ALAMBRE NEGRO # 16	kg	-	0.5000	3.34	1.67
03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	5.0000	2.80	14.00
05	PIEDRA CHANCADA DE 1 1/2" - 3/4"	m ³	-	0.0400	65.00	2.60
05	ARENA GRUESA DE RIO	m ³	-	0.0200	65.00	1.30
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	-	0.2500	22.37	5.59
50	MARCO Y TAPA DE FIERRO FUNDIDO 6" X 8 "	u	-	1.0000	41.30	41.30
72	TUBERIA PVC 200 mmx6.0 m UFserie 25 ISO 4435	m	-	2.0000	27.62	55.24
EQUIPO						8.32
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	277.36	8.32

Partida: 1.5.2 REPARACION DE ROTURA DE CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA 3/4"

Rendimiento:12 und/Día

Cos o unitario por und **54.40**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						23.12
47	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.05	13.37
47	PEON	hh	1.0000	0.6667	14.62	9.75
MATERIALES						30.59
03	SIERRA 12"	u	-	0.0050	7.03	0.04
30	PEGAMENTO PARA PVC	gal	-	0.0800	128.47	10.28
30	CINTA TEFLON	u	-	1.0000	1.02	1.02
72	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC DE 3/4" X5m	u	-	0.6000	8.47	5.08
72	TUBERIA PVC Ø 1/2" x 5.00m, C-10	m	-	1.0000	1.57	1.57
72	CURVA 90° de doble unión - presión Ø 3/4" PVC	u	-	3.0000	4.20	12.60
EQUIPO						0.69
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	23.12	0.69

Partida: 1.5.3 REPARACION DE ROTURA DE CONEXION DE DESAGUE DE 2.50-4.00 m

Rendimiento:40 und/Día

Cos o unitario por und **92.02**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					6.93
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.2000	20.05	4.01
47 PEON	hh	1.0000	0.2000	14.62	2.92
MATERIALES					84.88
03 SIERRA 12"	u	-	0.0050	7.03	0.04
10 CACHIMBA Ø 200 mm x Ø 160 mm	u	-	1.0000	49.00	49.00
30 PEGAMENTO PARA PVC	gal	-	0.0800	128.47	10.28
72 TUBERIA PVC SAL PARA DESAGUE DE 6"	u	-	0.3000	85.20	25.56
EQUIPO					0.21
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	6.93	0.21

Partida: 1.5.4 ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS-ESTANDAR

Rendimiento:5 und/Día

Cos o unitario por und **153.04**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					32.08
47 OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	20.05	32.08
EQUIPO					120.96
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	32.08	0.96
48 ENSAYO DE SUELOS - ESTANDAR	u	0.0000	1.0000	120.00	120.00

Partida: 1.5.5 ENSAYO DE SUELOS-PROCTOR MODIFICADO

Rendimiento:10 und/Día

Cos o unitario por und **135.52**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					16.04
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	20.05	16.04
EQUIPO					119.48
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	16.04	0.48
48 ENSAYO DE SUELOS - PROCTOR MODIFICADO	u	0.0000	1.0000	119.00	119.00

Partida: 1.5.6 ENSAYO DE SUELOS- DENSIDAD DE CAMPO

Rendimiento:15 und/Día

Cos o unitario por und **36.01**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					10.69
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	20.05	10.69
EQUIPO					25.32
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	10.69	0.32
48 ENSAYO DE SUELOS - DENSIDAD DE CAMPO	u	0.0000	1.0000	25.00	25.00

Partida: 1.5.7 ENSAYO DE ROTURA TESTIGO DE CONCRETO

Rendimiento:10 und/Día

Cos o unitario por und **56.52**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					16.04
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	20.05	16.04
EQUIPO					40.48
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	16.04	0.48
48 ENSAYO DE ESPECIMENES DE CONCRETO	u	0.0000	1.0000	40.00	40.00

Partida: 1.5.8 CONCRETO f'c=140Kg/cm2 EN ANCLAJES

Rendimiento:12 m³/Día

Cos o unitario por m³ **354.61**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					112.99
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.05	13.37
47 OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	16.24	21.65
47 PEON	hh	8.0000	5.3333	14.62	77.97
MATERIALES					231.56
05 PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	-	0.6400	65.00	41.60
05 ARENA GRUESA DE RIO	m³	-	0.5100	65.00	33.15
21 CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	-	7.0100	22.37	156.81
EQUIPO					10.06
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	112.99	3.39
48 MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.6667	5.63	3.75
49 VIBRADOR DE CONCRETO DE 1.5"	hm	1.0000	0.6667	4.38	2.92

Partida: 1.5.9 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ANCLAJES Y/O BASES DE APOYO

Rendimiento:10 m²/Día

Cos o unitario por m² **43.01**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					34.88
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	20.05	16.04
47 OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	16.24	12.99
47 PEON	hh	0.5000	0.4000	14.62	5.85
MATERIALES					7.08
02 CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	-	0.1500	3.39	0.51
44 MADERA PARA ENCOFRADO	p2	-	2.6600	2.47	6.57
EQUIPO					1.05
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	34.88	1.05

Partida: 1.5.10 PINTADO DE SARDINEL DE VEREDAS

Rendimiento:35 m²/Día

Cos o unitario por m² **10.14**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					7.05
47 OFICIAL	hh	1.0000	0.2286	16.24	3.71
47 PEON	hh	1.0000	0.2286	14.62	3.34
MATERIALES					2.70
39 LIJA DE FIERRO	u	-	0.3000	1.95	0.59
54 PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO	gal	-	0.0500	42.29	2.11
EQUIPO					0.39
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	7.05	0.21
37 BROCHA DE 6"	u	0.0000	0.0100	17.63	0.18

Partida: 1.5.11 REACONDICIONAMIENTO DE AREA DE OBRA

Rendimiento:30 m²/Día

Cos o unitario por m² **4.05**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					3.90
47 PEON	hh	1.0000	0.2667	14.62	3.90
EQUIPO					0.15
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	3.90	0.12
37 ESCOBA	u	0.0000	0.0020	12.63	0.03

Partida: 1.6.1 SUB BASE E= 0.15 m

Rendimiento:80 m²/Día

Cos o unitario por m² **20.37**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					5.85
47 PEON	hh	4.0000	0.4000	14.62	5.85
MATERIALES					13.46
05 MATERIAL CLASIFICADO PARA SUBASE	m ³	-	0.2210	60.00	13.26
39 AGUA	m ³	-	0.0290	7.00	0.20
EQUIPO					1.06
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	5.85	0.18
49 COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	2.0000	0.2000	4.38	0.88

Partida: 1.6.2 CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 Kg/cm2 LOSA H=0.18 m

Rendimiento:30 m²/Día

Cos o unitario por m² **110.49**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					25.28
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	20.05	5.35
47 OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	16.24	4.33
47 PEON	hh	4.0000	1.0667	14.62	15.60
MATERIALES					78.61
21 CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210Kg/cm2 INCLUYE BOMBA	m ³	-	0.2060	381.61	78.61
EQUIPO					6.60
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	25.28	0.76
49 VIBRADOR DE CONCRETO DE 1.5"	hm	5.0000	1.3333	4.38	5.84

Partida: 1.6.3 CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 EN SARDINEL DE CUNETAS

Rendimiento:10 m³/Día

Cos o unitario por m³ **442.63**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					158.98
47 OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	20.05	16.04
47 OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	16.24	25.98
47 PEON	hh	10.0000	8.0000	14.62	116.96
MATERIALES					270.88
05 PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m ³	-	0.5300	65.00	34.45
05 ARENA GRUESA DE RIO	m ³	-	0.5200	65.00	33.80
21 CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	-	9.0000	22.37	201.33
39 AGUA	m ³	-	0.1860	7.00	1.30
EQUIPO					12.77
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	158.98	4.77
48 MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.8000	5.63	4.50
49 VIBRADOR DE CONCRETO DE 1.5"	hm	1.0000	0.8000	4.38	3.50

Partida: 1.6.4 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento: 10 m²/Día

Cos o unitario por m² **55.17**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						40.73
47	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	20.05	16.04
47	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	16.24	12.99
47	PEON	hh	1.0000	0.8000	14.62	11.70
MATERIALES						13.22
02	ALAMBRE NEGRO # 8	kg	-	0.1000	3.34	0.33
02	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	-	0.0500	3.39	0.17
44	MADERA PARA ENCOFRADO	p2	-	5.1500	2.47	12.72
EQUIPO						1.22
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	40.73	1.22

Partida: 1.6.5 JUNTAS ASFALTICAS

Rendimiento: 80 m/Día

Cos o unitario por m **8.73**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						6.01
47	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	16.24	1.62
47	PEON	hh	3.0000	0.3000	14.62	4.39
MATERIALES						2.54
04	ARENA FINA	m ³	-	0.0100	50.00	0.50
13	ASFALTO RC-250	gal	-	0.1500	10.59	1.59
34	COMBUSTIBLE	gal	-	0.0200	12.37	0.25
34	LEÑA	tercio	-	0.0800	2.50	0.20
EQUIPO						0.18
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	6.01	0.18

Partida: 1.6.6 CARPETA ASFALTICA EN FRIO

Rendimiento: 8 m³/Día

Cos o unitario por m³ **504.02**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						124.01
47	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	20.05	20.05
47	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	16.24	16.24
47	PEON	hh	6.0000	6.0000	14.62	87.72
MATERIALES						371.91
05	PIEDRA CHANCADA DE 1/8"	m ³	-	0.6500	80.00	52.00
05	ARENA GRUESA DE RIO	m ³	-	0.5500	65.00	35.75
13	ASFALTO RC-250	gal	-	24.0000	10.59	254.16
34	LEÑA	tercio	-	12.0000	2.50	30.00
EQUIPO						8.10
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	124.01	3.72
49	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	1.0000	1.0000	4.38	4.38

Partida: 1.7.1.1 EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL

Rendimiento:40 und/Día

Cos o unitario por und **213.68**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
EQUIPO					213.68
37 BOTAS DE JEBE CON PUNTA REFORZADA	u	0.0000	1.0000	42.29	42.29
37 GUANTES DE JEBE DE ALBAÑIL	pza	0.0000	1.0000	7.25	7.25
37 GUANTES DE CUERO	par	0.0000	1.0000	12.29	12.29
37 PROTECTOR DE OIDOS	pza	0.0000	1.0000	1.86	1.86
37 CASCO	u	0.0000	1.0000	37.20	37.20
37 CHALECOS REFLECTIVOS	u	0.0000	1.0000	21.10	21.10
37 UNIFORME	pza	0.0000	1.0000	85.00	85.00
37 LENTES DE PROTECCION	pza	0.0000	1.0000	6.69	6.69

Partida: 1.7.1.2 EQUIPO DE PROTECCION COLECTIVA

Rendimiento:40 glb/Día

Cos o unitario por glb **2,500.00**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
EQUIPO					2,500.00
48 EQUIPO DE PROTECCION COLECTIVA	glb	0.0000	1.0000	2,500.00	2,500.00

Partida: 1.7.1.3 SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD

Rendimiento: glb

Cos o unitario por glb **2,500.00**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES					2,500.00
39 SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	-	1.0000	2,500.00	2,500.00

Partida: 1.7.1.4 CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Rendimiento: glb

Cos o unitario por glb **7,500.00**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES					7,500.00
39 CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	-	1.0000	7,500.00	7,500.00

Partida: 1.7.1.5 RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Rendimiento:1 glb/Día

Cos o unitario por glb **5,000.00**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					5,000.00
47 RECURSOS PARA RESPUEESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	0.0000	1.0000	5,000.00	5,000.00

Partida: 1.7.1.6 S.S.H.H. PORTATIL (INC. MANTENIMIENTO)

Rendimiento:1 mes/Día

Cos o unitario por mes **1,358.48**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					58.48
47 PEON	hh	-	4.0000	14.62	58.48
EQUIPO					1,300.00
49 CAMIONETA PICK UP 4 X 2 90 HP 2 ton	hm	-	4.0000	25.00	100.00
49 BAÑO PORTATIL	mes	-	1.0000	1,200.00	1,200.00

Partida: 1.7.1.7 CHARLA DE SENSIBILIZACION PARA PERSONAL DE LA OBRA P/SEMAN

Rendimiento:1 sem/Día

Cos o unitario por sem **1,275.00**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1,125.00
47	ingeniero de seguridad	mes	-	0.2500	4,500.00	1,125.00
MATERIALES						150.00
56	CUADERNOS	und	-	10.0000	5.00	50.00
56	LAPICEROS	und	-	50.0000	2.00	100.00

Partida: 1.7.2.1 RIEGO DE ZONA DE TRABAJO PARA MITIGAR LA CONTAMINACION - POLVO (INC. AGUA, TRANSPORTE Y SURTIDO A OBRA)

Rendimiento:1 glb/Día

Cos o unitario por glb **1,383.75**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						935.68
47	PEON	hh	8.0000	64.0000	14.62	935.68
MATERIALES						420.00
39	AGUA	m³	-	60.0000	7.00	420.00
EQUIPO						28.07
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	935.68	28.07

Partida: 1.8.1 TRANQUERAS DE MADERA 1.20X1.10 m PARA DESVIO TRANSITO VEHICULAR

Rendimiento:1 und/Día

Cos o unitario por und **311.45**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						218.88
47	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	20.05	160.40
47	PEON	hh	0.5000	4.0000	14.62	58.48
MATERIALES						86.00
02	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	-	0.2000	3.39	0.68
43	MADERA TORNILLO	p2	-	9.8000	6.00	58.80
45	TRIPLAY DE 6 mm PARA ENCOFRADO	pl	-	0.7000	33.05	23.14
54	PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO	gal	-	0.0800	42.29	3.38
EQUIPO						6.57
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	218.88	6.57

Partida: 1.8.2 SEÑALIZACION E ILUMINACION NOCTURNA

Rendimiento:10 und/Día

Cos o unitario por und **5,240.61**

Ind.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						39.43
47	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	20.05	16.04
47	PEON	hh	2.0000	1.6000	14.62	23.39
MATERIALES						5,200.00
11	LUMINARIA BIH-A-100 R 400 W VAPOR SODIO	u	-	4.0000	300.00	1,200.00
39	SEÑAL PREVENTIVA (DE TRIPLAY CON MARCO Y SOPORTE DE MADERA Y DADO DE CONCRETO)	u	-	20.0000	200.00	4,000.00
EQUIPO						1.18
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	39.43	1.18

Partida: 1.8.3 PUENTES PEATONALES P/CRUCES PROVISIONALES

Rendimiento:4 und/Día

Cos o unitario por und **142.93**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					54.72
47 OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	20.05	40.10
47 PEON	hh	0.5000	1.0000	14.62	14.62
MATERIALES					86.57
02 CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	-	0.0300	3.90	0.12
44 MADERA PARA ENCOFRADO	p2	-	35.0000	2.47	86.45
EQUIPO					1.64
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	54.72	1.64

Partida: 1.8.4 PUENTE VEHICULAR PROVISIONAL

Rendimiento:5 und/Día

Cos o unitario por und **314.77**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					125.65
47 OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	20.05	32.08
47 PEON	hh	4.0000	6.4000	14.62	93.57
MATERIALES					185.35
02 CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	-	0.0250	3.90	0.10
44 MADERA PARA ENCOFRADO	p2	-	75.0000	2.47	185.25
EQUIPO					3.77
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	125.65	3.77

Partida: 1.8.5 CARTEL DE INFORMACIÓN

Rendimiento:4 und/Día

Cos o unitario por und **244.22**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					138.68
47 OPERARIO	hh	2.0000	4.0000	20.05	80.20
47 PEON	hh	2.0000	4.0000	14.62	58.48
MATERIALES					101.38
02 CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	-	0.5000	3.90	1.95
02 PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 3 1/2"	pza	-	2.0000	2.82	5.64
44 MADERA PARA ENCOFRADO	p2	-	7.0000	2.47	17.29
44 TRIPLAY DE 4" X 8' X 12 mm	pl	-	0.8600	67.71	58.23
54 PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO	gal	-	0.4320	42.29	18.27
EQUIPO					4.16
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	138.68	4.16

Partida: 1.8.6 CONOS FOSFORESCENTES NARANJA

Rendimiento: und

Cos o unitario por und **24.49**

Ind. Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES					24.49
29 CONO DE SEGURIDAD NARANJA	u	-	1.0000	24.49	24.49

ANEXO 07

Relación de insumos del Proyecto: “**Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca**”.

LISTA DE INSUMOS DEL PRESUPUESTO

PROYECTO : REHABILITACION DE LA RED PRIMARIA DE AGUA POTABLE DEL Jr. AMAZONAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA
 ETAPA 1.0 : REHABILITACION DE LA RED PRIMARIA DE AGUA POTABLE DEL Jr AMAZONAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA
 PROPIETARIO : EPS SEDACAJ S.A.
 UBICACION : DPTO:CAJAMARCA PROV:CAJAMARCA DIST:CAJAMARCA
 FECHA PROYECTO : 14/05/2018

Ind.	Descripción	Unid.	Cantidad	Costo	Total
MANO DE OBRA					290,016.38
47	OPERARIO	hh	2,337.3336	20.05	46,863.54
47	PEON	hh	11,773.9329	14.62	172,134.90
47	OFICIAL	hh	2,644.8531	16.24	42,952.41
47	TOPOGRAFO	hh	48.7330	20.05	977.10
47	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.0000	5,000.00	5,000.00
47	ingeniero de seguridad	mes	3.5000	4,500.00	15,750.00
47	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	316.1314	20.05	6,338.43
MATERIALES					543,472.71
32	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb	1.0000	9,024.60	9,024.60
30	YESO DE 28 Kg	bls	18.1786	16.61	301.95
44	MADERA PARA ENCOFRADO	p2	3,432.1231	2.47	8,477.34
66	ANILLO DE JEBE 315 MM	und	115.5178	65.00	7,508.66
01	LUBRICANTE	gal	12.9659	45.02	583.73
77	TEE DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL DE 315x315mm PN-16	und	1.0000	1,428.07	1,428.07
02	ALAMBRE NEGRO # 16	kg	71.8188	3.34	239.87
03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,223.0790	2.80	3,424.62
05	PIEDRA CHANCADA DE 1 1/2" - 3/4"	m³	0.3600	65.00	23.40
05	ARENA GRUESA DE RIO	m³	44.4146	65.00	2,886.95
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	438.8931	22.37	9,818.04
50	MARCO Y TAPA DE FIERRO FUNDIDO 6" X 8 "	u	9.0000	41.30	371.70
72	TUBERIA PVC 200 mmx6.0 m UFserie 25 ISO 4435	m	18.0000	27.62	497.16
05	MATERIAL CLASIFICADO PARA SUBASE	m³	245.9200	60.00	14,755.20
39	AGUA	m³	280.0610	7.00	1,960.43
02	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	14.1295	3.39	47.90
43	MADERA TORNILLO	p2	196.0000	6.00	1,176.00
45	TRIPLAY DE 6 mm PARA ENCOFRADO	pl	54.0000	33.05	1,784.70
54	PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO	gal	27.3925	42.29	1,158.43
02	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	49.1445	3.39	166.60
02	PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 3 1/2"	pza	38.0000	2.82	107.16
38	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m³	0.7200	45.00	32.40
39	GIGANTOGRAFIA de 2.40m x 3.60m	u	2.0000	450.00	900.00
54	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	0.8640	32.20	27.82
01	LUBRICANTE	gal	0.3120	35.17	10.97
03	SIERRA 12"	u	2.4750	7.03	17.40
66	TUBERIA PVC 110 mmx6.0 m UF NT ISO 1452 - C10	und	13.6500	557.81	7,614.11
66	ANILLO DE JEBE Ø 110 mm UF NTP ISO 1452	und	125.5000	14.13	1,773.32
77	TEE DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL DE 315X110 MM PN-16	und	3.0000	1,218.56	3,655.68
30	PEGAMENTO PARA PVC	gal	33.3600	128.47	4,285.76
30	CINTA TEFLON	u	223.0000	1.02	227.46
72	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC DE 3/4" X5m	u	133.8000	8.47	1,133.29
72	TUBERIA PVC Ø 1/2" x 5.00m, C-10	m	223.0000	1.57	350.11
72	CURVA 90° de doble unión - presión Ø 3/4" PVC	u	669.0000	4.20	2,809.80
21	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210Kg/cm2 INCLUYE BOMBA	m³	229.2286	381.61	87,475.91
11	LUMINARIA BIH-A-100 R 400 W VAPOR SODIO	u	32.0000	300.00	9,600.00
39	SEÑAL PREVENTIVA (DE TRIPLAY CON MARCO Y SOPORTE DE MADERA Y DADO DE CONCRETO)	u	160.0000	200.00	32,000.00
02	ALAMBRE NEGRO # 8	kg	74.2890	3.34	248.13
56	CALAMINA GALVANIZADA 1.83 X 0.830 m X 0.27 mm	pl	170.0000	10.99	1,868.30
72	TAPON HEMBRA PVC SAP PARA AGUA CON ROSCA DE 12"	und	5.2908	608.00	3,216.81
72	TUBERIA PVC Ø 315 mm x 6.0 m C-10 UF ISO 1452 - C10	m	1,089.9048	162.12	176,695.37
72	REDUCCION DE PVC DE 315 mm A 200 mm C-10	und	1.0000	882.06	882.06
66	ANILLO DE JEBE 200 mm UF ISO 1452	u	1.0000	36.20	36.20
10	CACHIMBA Ø 200 mm x Ø 160 mm	u	194.0000	49.00	9,506.00
72	TUBERIA PVC SAL PARA DESAGUE DE 6"	u	58.2000	85.20	4,958.64
05	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	27.7294	65.00	1,802.41
39	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.0000	2,500.00	2,500.00

Ind.	Descripción	Unid.	Cantidad	Costo	Total
02	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	5.3500	3.90	20.87
04	ARENA GRUESA DE CERRO	m³	1,270.9248	30.00	38,127.74
46	MALLA HDP H=1 m ALTURA PARA CERCO	m	2,272.3200	0.93	2,113.26
72	REDUCCION DE PVC DE 315mm A 110mm C-10	und	1.0000	829.84	829.84
39	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.0000	7,500.00	7,500.00
39	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	kg	5.6028	13.88	77.77
51	UNION MECANICA DE AMPLIO RANGO 110 mm PVC-AC	u	1.0000	198.30	198.30
04	ARENA FINA	m³	3.7290	50.00	186.45
13	ASFALTO RC-250	gal	858.7350	10.59	9,094.00
34	COMBUSTIBLE	gal	7.4580	12.37	92.26
34	LEÑA	tercio	431.2320	2.50	1,078.08
44	TRIPLAY DE 4' X 8' X 12 mm	pl	8.6000	67.71	582.31
34	GASOLINA 84 OCTANOS	gal	222.5520	12.37	2,752.97
51	UNION MECANICA DE AMPLIO RANGO 200 mm PVC-AC	u	1.0000	321.74	321.74
05	PIEDRA CHANCADA DE 1/8"	m³	21.7425	80.00	1,739.40
29	CONO DE SEGURIDAD NARANJA	u	20.0000	24.49	489.80
72	UNION DE REPARACION PVC 315 mm NTP ISO 1452 - C10	u	27.0000	120.56	3,255.12
56	CUADERNOS	und	140.0000	5.00	700.00
56	LAPICEROS	und	700.0000	2.00	1,400.00
72	UNION DE REPARACION PVC 110 mm NTP ISO 1452 -C10	und	37.0000	29.75	1,100.75
50	CRUZ HFD DN=315x110 MM C/EMBONE PVC PN-16	u	11.0000	1,218.25	13,400.75
77	TEE DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL DE 110mmX110mm PN -16	und	2.0000	316.09	632.18
39	LIJA DE FIERRO	u	111.1110	1.95	216.67
77	VALVULA DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL DE 110 mm PN-16 (TIPO COMPUERTA)	und	9.0000	844.45	7,600.05
77	VALVULA DE HIERRO FUNDIDO DUCTIL DE 315 mm PN-16 (TIPO COMPUERTA)	und	5.0000	2,939.30	14,696.50
65	NIPLE DE HFD BB 150MM DE 1.00M	u	2.0000	1,104.78	2,209.56
71	CODO DE HFD BB DE 90° X 150MM	u	6.0000	300.00	1,800.00
71	ABRAZADERA DE HFD PARA TUBO DE 315 MM	u	2.0000	320.43	640.86
71	TRANSICION BRIDA CAMPANA HFD DE 150MM	u	2.0000	256.01	512.02
72	ADAPTADOR MAXI QUICK HFD	u	6.0000	682.39	4,094.34
77	VALVULA DE GLOBO DN 25 MM BRONCE	u	4.0000	56.98	227.92
78	VALVULA DE AIRE BB HFD DE 100 MM DE TRES TIEMPOS	u	2.0000	895.82	1,791.64
78	WALL SLEEVE TIPO I DE HFD 315 MM	u	2.0000	892.40	1,784.80
78	WALL SLEEVE TIPO II DE HFD 315 MM	u	2.0000	487.50	975.00
78	VALVULA COMPUERTA BB HFD DE 110 MM	u	2.0000	844.45	1,688.90
71	TUBERIA DE VENTILACION PVC DE 160MM (L. VARIABLE)	u	2.0000	85.20	170.40
EQUIPO					134,160.49
49	RETROEXCAVADORA 225 HP	hm	48.4330	140.00	6,780.62
37	WINCHA DE 30 m	u	4.5446	50.00	227.23
37	CORDEL	m	113.6160	0.20	22.72
30	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	49.3983	1.38	68.17
30	ESTACION TOTAL	hm	49.0821	12.50	613.53
49	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	1,084.7678	4.38	4,751.28
37	BOTAS DE JEBE CON PUNTA REFORZADA	u	45.0000	42.29	1,903.05
37	GUANTES DE JEBE DE ALBAÑIL	pza	45.0000	7.25	326.25
37	GUANTES DE CUERO	par	45.0000	12.29	553.05
37	PROTECTOR DE OIDOS	pza	45.0000	1.86	83.70
37	CASCO	u	45.0000	37.20	1,674.00
37	CHALECOS REFLECTIVOS	u	45.0000	21.10	949.50
37	UNIFORME	pza	45.0000	85.00	3,825.00
37	LENTES DE PROTECCION	pza	45.0000	6.69	301.05
49	VIBRADOR DE CONCRETO DE 1.5"	hm	1,520.7591	4.38	6,660.92
48	EQUIPO DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.0000	2,500.00	2,500.00
48	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	37.0724	5.63	208.72
48	ENSAYO DE SUELOS - ESTANDAR	u	9.0000	120.00	1,080.00
37	PISON DE CONCRETO	hm	190.3131	0.70	133.22
37	BALDE PRUEBA TAPON ABRAZADERA Y ACCESORIOS	hm	45.4464	18.00	818.04
48	BOMBA MANUAL PARA PRUEBA DE TUBERIA	hm	3.1200	9.50	29.64
48	ENSAYO DE SUELOS - PROCTOR MODIFICADO	u	21.0000	119.00	2,499.00
37	DISCOS FIBRA PARA CORTAR CONCRETO 1/8"X 14"	pza	4.4510	1,060.00	4,718.10
48	CORTADOR DE CONCRETO	hm	419.3053	7.50	3,144.79
49	COMPRESORA NEUMATICA 93 HP 335-375 PCM	hm	176.1217	8.00	1,408.97
49	MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg	hm	252.1653	7.50	1,891.24
48	MOTOBOMBA 3.5 HP 2"	d	42.3264	60.00	2,539.58
48	ENSAYO DE SUELOS - DENSIDAD DE CAMPO	u	18.0000	25.00	450.00

Ind.	Descripción	Unid.	Cantidad	Costo	Total
49	CAMIONETA PICK UP 4 X 2 90 HP 2 ton	hm	12.0000	25.00	300.00
49	BAÑO PORTATIL	mes	3.0000	1,200.00	3,600.00
49	ZARANDA (malla 1" max)	hm	504.2520	2.00	1,008.50
48	ENSAYO DE ESPECIMENES DE CONCRETO	u	30.0000	40.00	1,200.00
48	CAMION VOLQUETE DE 8 M3	hm	430.6455	125.00	53,830.69
48	EQUIPO DE CORTE	hm	84.6528	25.00	2,116.32
37	TECLE DE 5 ton INC. TRIPODE Y CADENA	hm	84.6528	4.50	380.94
37	BROCHA DE 6"	u	3.7814	17.63	66.67
37	ESCOBA	u	16.4927	12.63	208.30
49	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	79.0698	165.00	13,046.52
37	CIZALLA PARA ACERO CONSTRUCCION HASTA 1"	und	35.9034	3.75	134.64
37	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	2.7952	290,016.38	8,106.53
				TOTAL:	967,649.58

ANEXO 08

Planos del Proyecto: **“Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”**. Ejecutado por EPS SEDACAJ S.A.

MAPA POLÍTICO DEL PERÚ Y SUS REGIONES



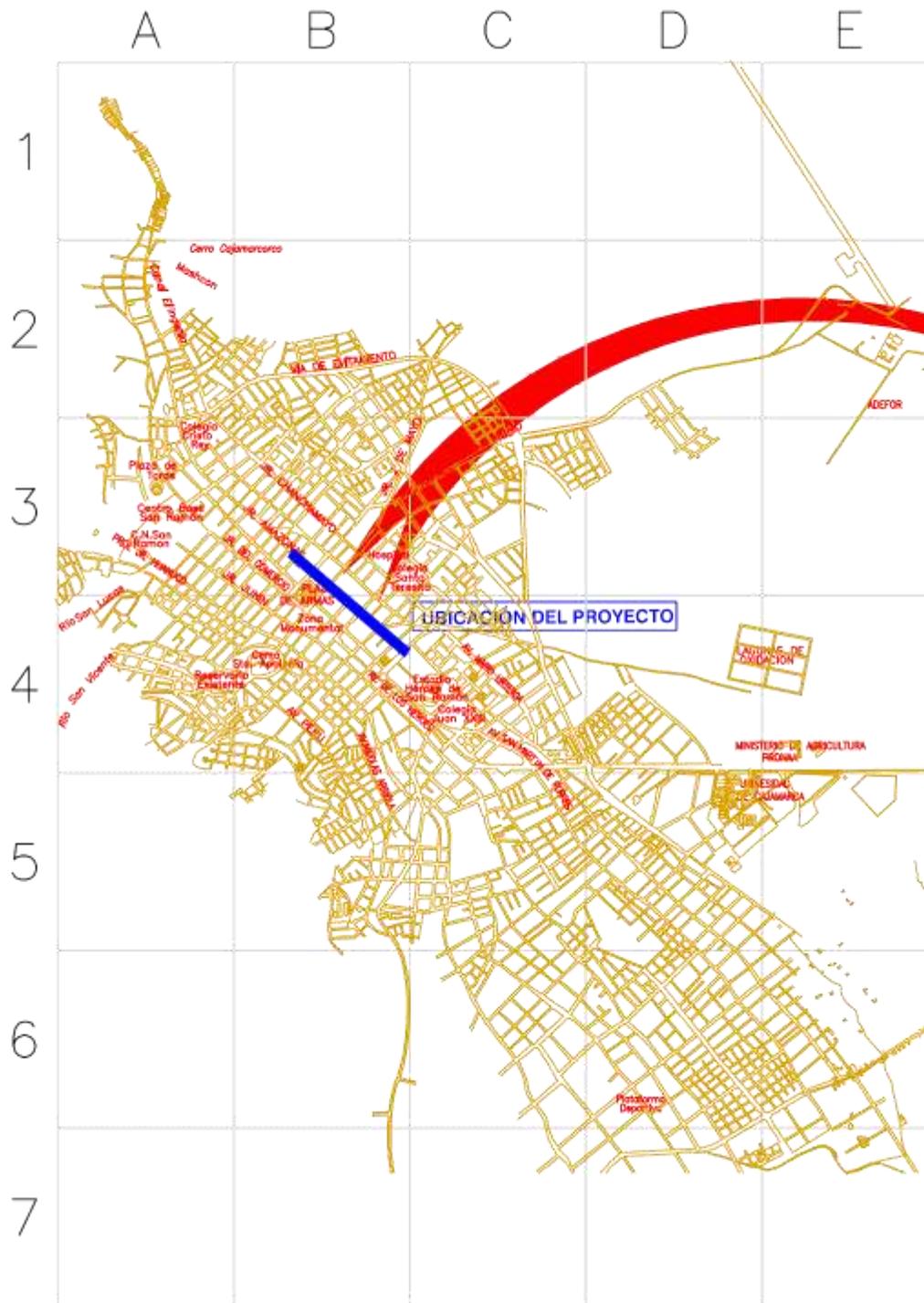
MAPA DE UBICACION

MAPA DE LA REGIÓN CAJAMARCA

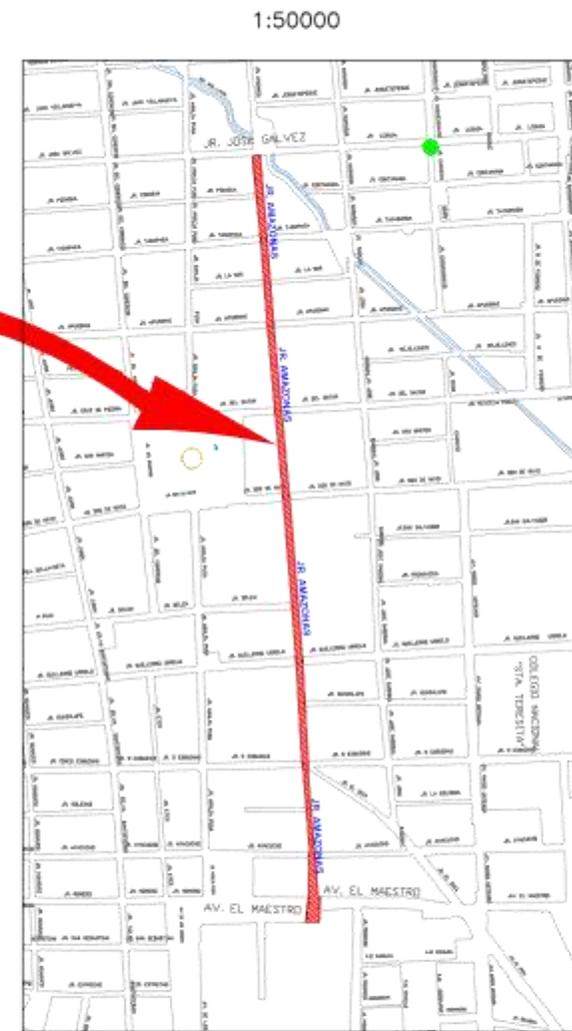


MAPA DE CAJAMARCA

DISTRITO DE CAJAMARCA

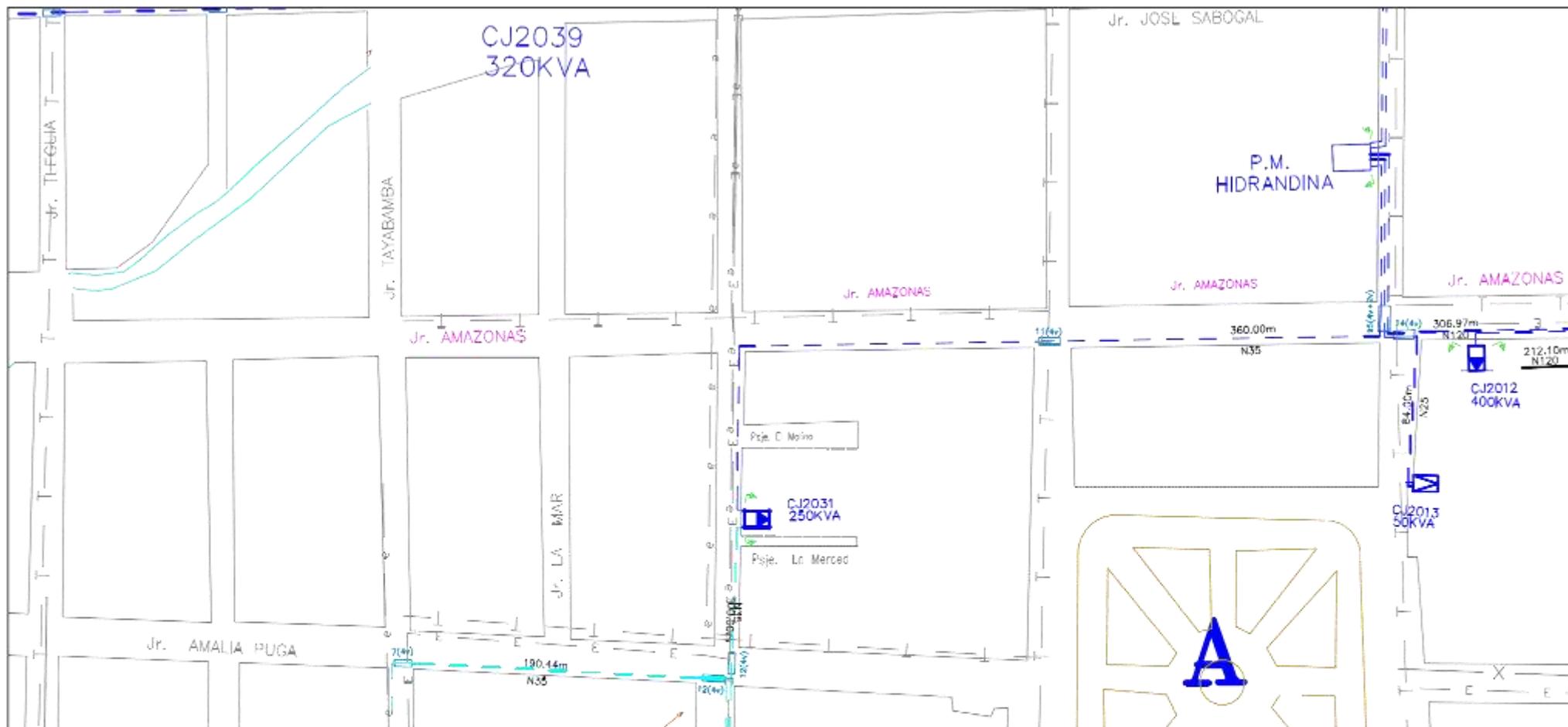


UBICACION DEL PROYECTO



 E.P.S. Sedacaj S.A. EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA			
PROYECTISTA:	ING° LUIS FERNANDO ROMERO CHUQUILIN		
PROYECTO:	REHABILITACION ED PRIMARIA DE AGUA POTABLE DEL JR. AMAZONAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA		
PLANO DE:	PLANO DE UBICACIÓN	N° DE LAMINA:	U-01
DISEÑADO:	DCMS	REVISION N°:	01
FECHA:	ABRIL-2017	ESCALA:	INDICADA

INTERFERENCIAS: JR. LEGUIA - JR. DOS DE MAYO



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	MANZANA
	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EXISTENTE
	RED ELÉCTRICA EXISTENTE
	RED TELEFÓNICA EXISTENTE
	RED ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN
	RED ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

ESCALA GRÁFICA



1:1500

NOTAS:

AC : TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO
 PVC : TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO
 - LA UBICACION DE LAS REDES ELECTRICAS Y DE TELEFONO ES REFERENCIAL , POR LO QUE EL CONTRATISTA DEBERA TOMAR SUS PRECAUCIONES AL MOMENTO DE EJECUTAR LAS OBRAS.



E.P.S. SEDACAJ S.A.
 EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE
 SANEAMIENTO DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

PROYECTISTA:
ING° LUIS FERNANDO ROMERO CHUQUILIN

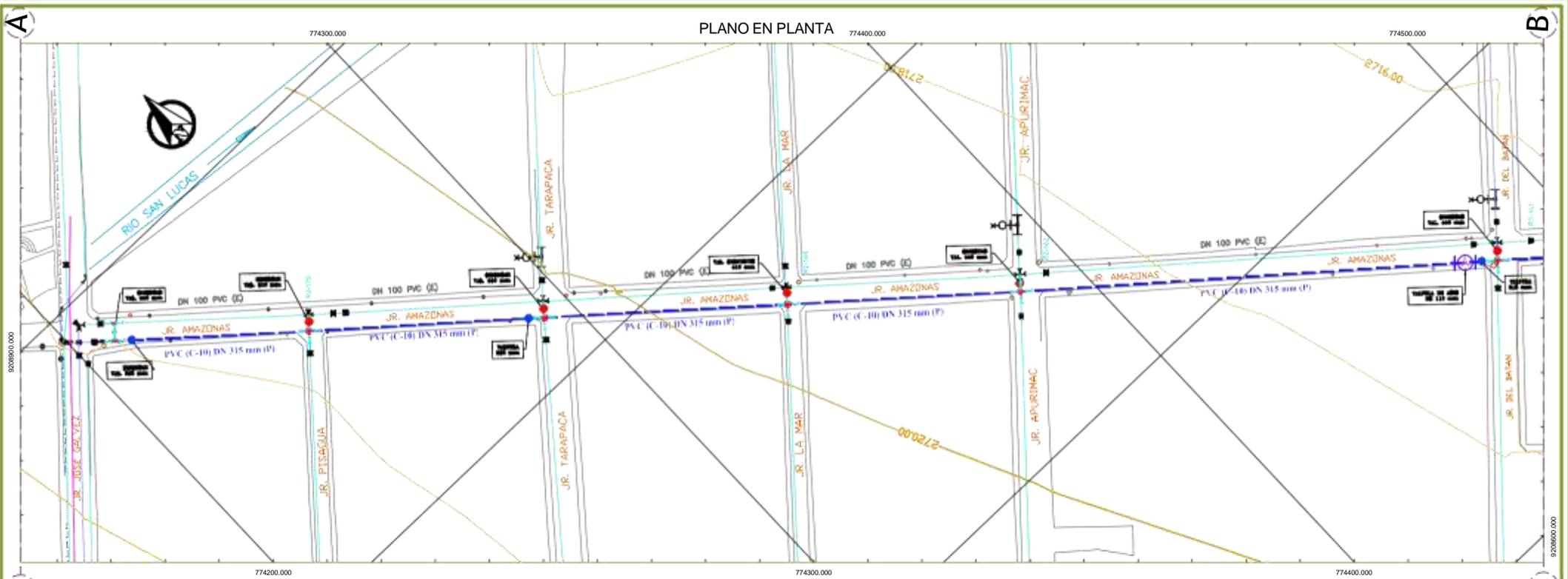
PROYECTO:
 REHABILITACION DE LA RED PRIMARIA DE AGUA POTABLE DEL JR. AMAZONAS - CAJAMARCA

PLANO DE:
PLANO DE INTERFERENCIAS
 (Redes de Distribución de Energía y Telefonía)

N° DE LAMINA:
PI-01

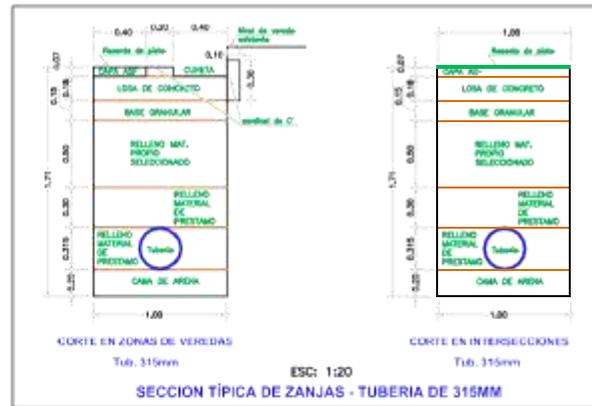
DISEÑADO: DOMS REVISION N°: 01 FECHA: ABRIL-2018 ESCALA: 1:1500

PLANO EN PLANTA



SISTEMA PROYECTADO DESDE EL JR. JOSÉ GALVEZ Y JR. EL BATAN

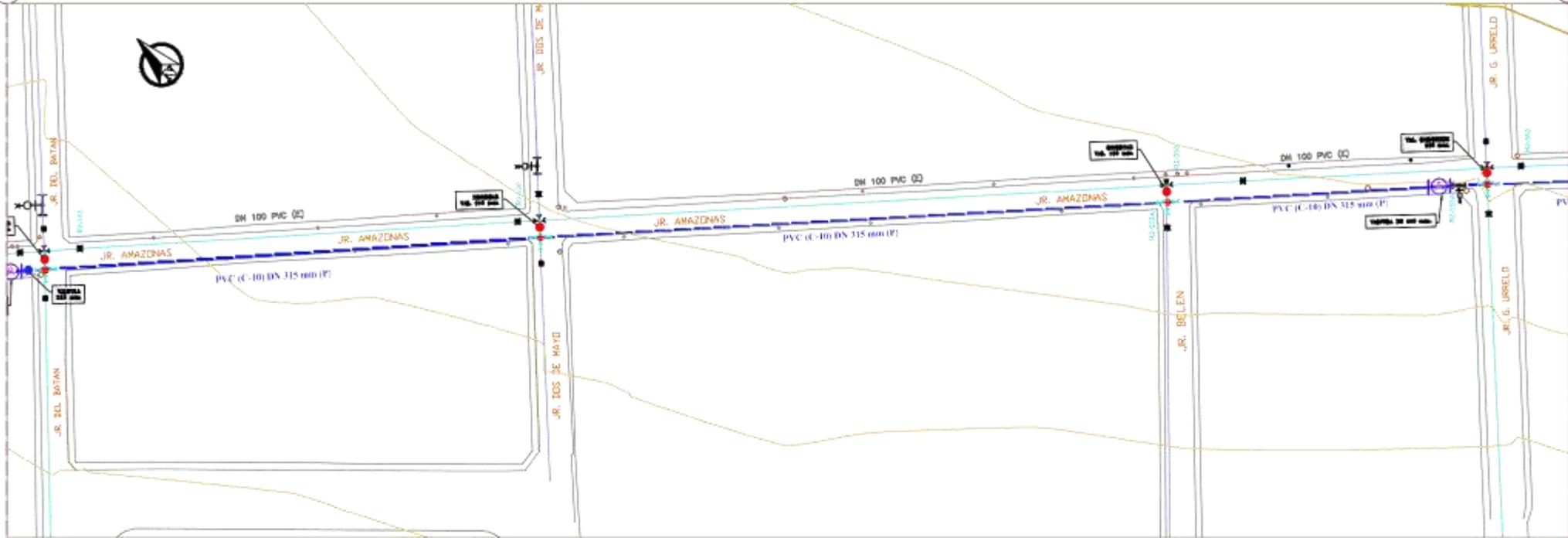
ESCALA
1:500



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA DE ANCHO POTABLE PROYECTADA
	TUBERIA DE 110 mm
	TUBERIA DE 210 mm
	TUBERIA DE ANCHO DE 110 mm
	OPERA DE OPERACION (DE 110mm - 210 mm)
	OPERA DE ANCHO DE 210mm - 315 mm
	BUZON DE FIBRA OPTICA
	ALMOCENA
	POSTE DE FERRO - CONCRETO



<p>E.P.S. SEDACAJ S.A. EMPRESA PERUANA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO DE CAMAYMA - SOCIEDAD ANONIMA</p>			
PROYECTISTA: ING. LUIS FERNANDO ROMERO CHUQUILIN			
PROYECTO: PROYECTO DE PROYECTO DE AGUA POTABLE DEL JR. AMAZONAS DE LA CIUDAD DE CAMAYMA			
PLANO DE: PLANO SISTEMA PROYECTADO			N° DE LÍNEA: SP-01
DISEÑO: DMR	REVISOR: HT	FECHA: ABR-2018	ESCALA: INDICA

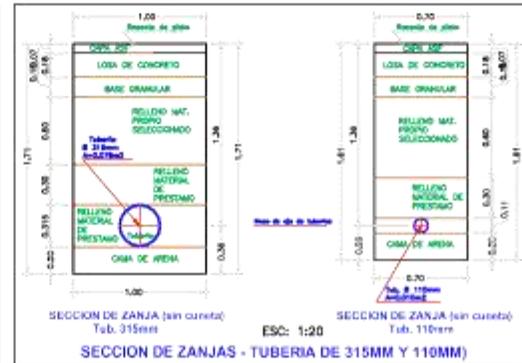
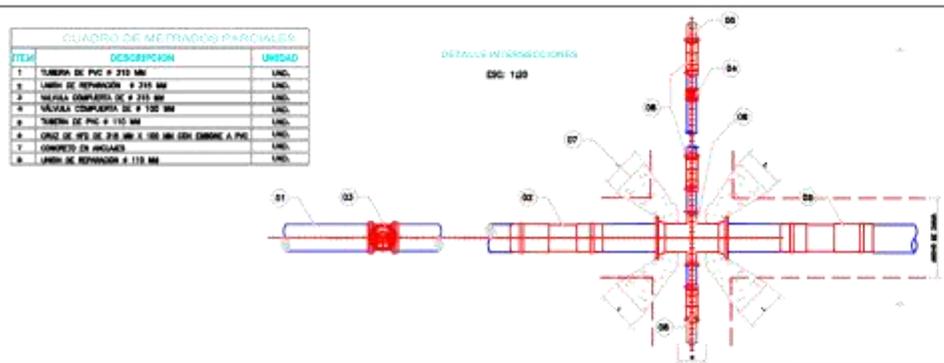


SISTEMA PROYECTADO DESDE EL JR. BATAN Y JR. G. URRELO

ESCALA
1:500



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
PVC Ø-100 DN 315	TUBERIA DE AGUA POTABLE PROTEGIDA
●	TRAPILLA DE 110 mm
●	TRAPILLA DE 210 mm
○	TRAPILLA DE AGUA DE 110 mm
⊕	PIEDRA DE EMPALME (DE 110mm - 210 mm)
⊕	CAJE DE 90° DE 210x110 mm
○	BUZON DE FIBRA OPTICA
⊕	ALCANTARILLADO PROTEGIDO
○	POSTE DE FIERRO - CONCRETO
○	CONEXION DE ALCANTARILLADO
○	CONEXION DE AGUA POTABLE
R2-251	RESERVOIRIO 251-2510 DE 4000 (Ver Plan de Detalle)



E.P.S. SEDACAJ S.A.
 COMPAÑÍA PERUANA DE SERVICIOS DE
 GASERIFEROS DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANÓNIMA

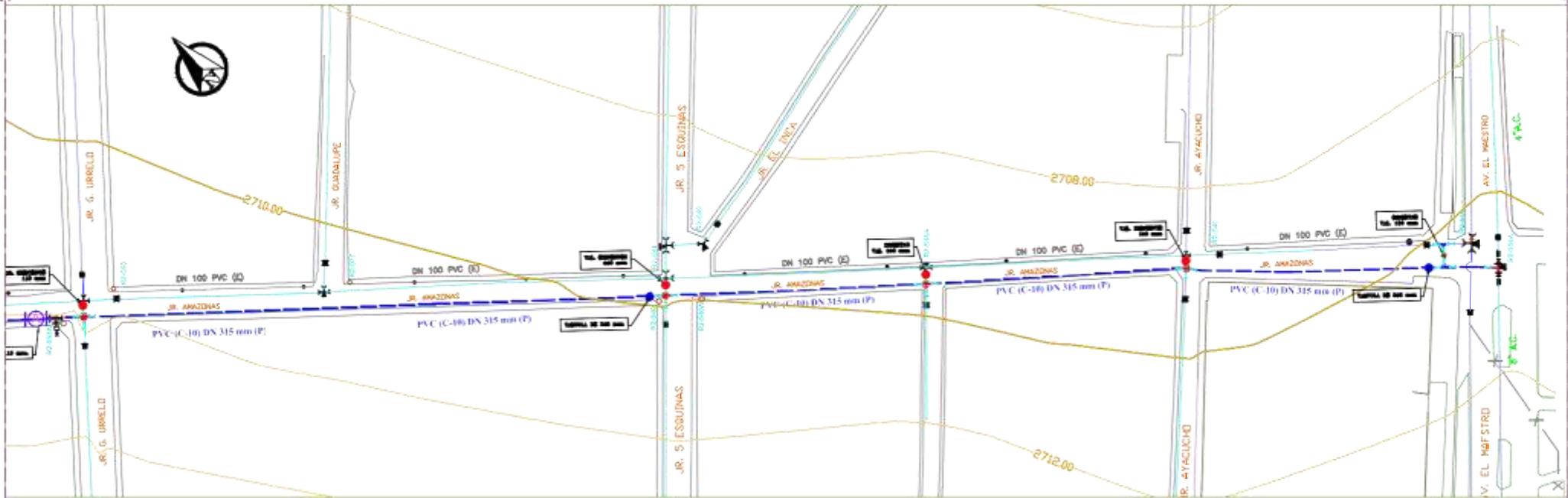
PROYECTISTA:
 ING° LUIS FERNANDO ROMERO CHUQUILIN

PROYECTO:
 REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA R. AMAZONAS
 ET. A OLSAO DE COLUMBIA.

PLANO DE:
PLANO SISTEMA PROYECTADO

DE LÁMINA:
SP-02

ELABORADO: DDM REVISOR: E.C. EDICIÓN: ABRIL-2018 ESCALA: INDICADA

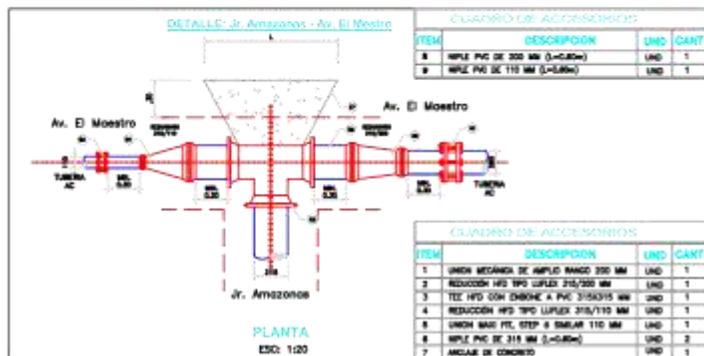


SISTEMA PROYECTADO DESDE EL JR. BATAN Y JR. G. URRELO

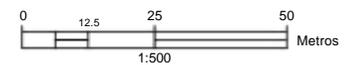
ESCALA
1:500



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	DN 100 PVC (Ø)
	DN 100 PVC (Ø)
	PVC (C-100) DN 315 mm (Ø)
	PVC (C-100) DN 315 mm (Ø)
	TUB. Ø 110mm (Ø)
	TUB. Ø 110mm (Ø)
	TUB. Ø 110mm (Ø)
	BUZON DE FIBRA OPTICA
	MANHOLE PROYECTADO
	POSTE DE FIERRO - CONCRETO
	CONEXION DE ALcantarillado
	CONEXION DE AGUA POTABLE
	RECTORIO R2-251 (Ø=315mm de Diámetro)



ESCALA GRAFICA



E.P.S. SEDACAJ S.A.
EMPRESA PÚBLICA DE SERVICIOS DE
SANEAMIENTO DE CALAMARCA - SOCIEDAD ANÓNIMA

PROYECTISTA:
ING. LUIS FERNANDO ROMERO CHUQUILIN

PROYECTO:
REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL JR. AYACUCHO
EN LA CIUDAD DE CALAMARCA

PLANO NO:
PLANO SISTEMA PROYECTADO

NO. DE LAMINA:
SP-03

DESIGNADO: COM. REVISOR: E.P. D1. FECHA: ABRIL-2018. ESCALA: NEGRO

ANEXO 09

Solicitud del Expediente Técnico: **“Rehabilitación de Red Primaria de Agua Potable del Jr. Amazonas de la Ciudad de Cajamarca”**, a la empresa EPS SEDACAJ S.A.

SOLICITUD DE INFORMACIÓN
"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

TRAMITE DOCUMENTARIO	
EPS SEDACAJ S.A.	
14 JUL. 2020	
12:31	
FOLIO	02
Nº DOC.	856

Gcia. Ingeniería
el 15.07.20

Sres. EPS SEDACAJ S.A

Yo **EDSON DAVID HERRERA CERNA**, identificado con DNI. N° **47264929**, Bachiller en Ingeniería Civil de la Universidad Privada Del Norte – Cajamarca, me presento ante Uds. Con el debido respeto y expongo lo siguiente:

Que, deseando obtener mi Título Profesional, **SOLICITO** a ustedes el Expediente Técnico de la Obra "Rehabilitación de la red primaria del agua potable del Jr. Amazonas en la Localidad de Cajamarca", para propósitos netamente de investigación y profesionales.

Sin otro particular, quedo en espera de su respuesta,
Me despido cordialmente.

Adjunto la copia de mi DNI.

Cajamarca, 14 de Julio del 2020.



EDSON DAVID HERRERA CERNA
DNI. N° 47264929