



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

**DISEÑO DE METODOLOGÍA DEL PLAN PARA LA DIRECCIÓN EN
PROYECTOS DE REHABILITACIÓN SIN ZANJA DE REDES DE
ALCANTARILLADO CON TECNOLOGÍA CIPP (CURED IN PLACE PIPE) -
BAJO LINEAMIENTOS DEL PMBOK (V.6)**

LAURA ALEJANDRA MANRIQUE VALDERRAMA

JOHAN SEBASTIÁN CAÑAS ANGARITA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C. MAYO 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

TRABAJO DE GRADO

**DISEÑO DE METODOLOGÍA DEL PLAN PARA LA DIRECCIÓN EN
PROYECTOS DE REHABILITACIÓN SIN ZANJA DE REDES DE
ALCANTARILLADO CON TECNOLOGÍA CIPP (CURED IN PLACE PIPE) -
BAJO LINEAMIENTOS DEL PMBOK (V.6)**

LAURA ALEJANDRA MANRIQUE VALDERRAMA

JOHAN SEBASTIÁN CAÑAS ANGARITA

ASESOR: EDGAR OBANDO GARNICA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C. MAYO 2020



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	10
1 Generalidades	12
1.1 Línea de Investigación	12
1.2 Planteamiento del Problema	12
1.2.1 Antecedentes del problema	14
1.2.2 Pregunta de investigación	16
1.2.3 Variables del problema	16
1.3 Justificación	17
1.4 Objetivos	18
1.4.1 Objetivo general	18
1.4.2 Objetivos específicos	18
2 Marcos de referencia	19
2.1 Marco conceptual	19
2.1.1 Project Management Institute (PMI)	19
2.1.2 Dirección de proyectos.	19
2.1.2.1 Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.	20
2.1.2.2 Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos.	21
2.1.3 Metodología sin zanja para rehabilitación de tuberías - Tecnología CIPP (Cured Places in Pipe)	22
2.2 Marco teórico	25
2.2.1 Procesos de la Dirección de Proyectos.	26

2.2.2 Áreas de Conocimiento.	27
2.2.3 Plan para la Dirección de Proyectos	28
2.2.3.1 Grupo de Procesos de Inicio.	30
2.2.3.2 Grupo De Procesos De Planificación	31
2.3 Marco jurídico	42
2.3.1 Marco Jurídico Nacional	42
2.3.2 Otras Normas	43
2.4 Marco geográfico	44
2.5 Marco demográfico	46
2.5.1 Estructura poblacional	47
2.5.2 Servicios Públicos – Alcantarillado	48
2.6 Estado del arte	49
3 Metodología	53
3.1 Fases del trabajo de grado	53
3.2 Instrumentos o herramientas utilizadas	54
3.3 Población y muestra	54
3.4 Alcances y limitaciones	54
3.4.1 Alcance.	54
3.4.2 Limitaciones.	55
3.5 Cronograma	57
3.6 Presupuesto	59

4	Productos a entregar	60
5	Descripción de resultados esperados e impactos	61
5.1	Resultados esperados	61
5.2	Impacto	61
6.	Diseño de metodología del plan para la dirección en proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe)	62
6.1.	Grupo de procesos de inicio.	63
6.1.1.	Gestión de la Integración del Proyecto.	63
6.2.	Grupo de procesos de planificación.	64
6.2.1.	Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto.	65
7.	Análisis de resultados e impactos	136
7.1.	Aporte de los resultados a la gerencia de obras	136
7.2.	Como se responde a la pregunta de investigación con los resultados.	136
7.3.	Estrategias de comunicación y divulgación	137
8.	Nuevas áreas de estudio	138
9.	Conclusiones	139
10.	Bibliografía	141

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. DESARROLLO DE LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA EN LA LÍNEA DEL TIEMPO	16
FIGURA 2. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES CLAVE DE LA GUIA DEL PMBOK	20
FIGURA 3. PROBLEMAS REDES DEL ALCANTARILLADO EN BOGOTÁ.....	23
FIGURA 4. PROCEDIMIENTO TECNOLOGÍA CIPP.....	24
FIGURA 5. REVESTIMIENTO DE ALCANTARILLADO PRINCIPAL CIPP.....	25
FIGURA 6. INTERACCIONES ENTRE LOS GRUPOS DE PROCESOS DENTRO DE UN PROYECTO O FASE.....	27
FIGURA 7. DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS, DESARROLLAR EL PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO.....	28
FIGURA 8. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – ACTA DE CONSTITUCIÓN. ...	30
FIGURA 9. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS.....	31
FIGURA 10. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – PLAN PARA LA DIRECCIÓN	32
FIGURA 11. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – GESTIÓN DEL ALCANCE ...	33
FIGURA 12. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – RECOPIRAR REQUISITOS..	33
FIGURA 13. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – DEFINIR EL ALCANCE	34
FIGURA 14. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – CREAR LA EDT/WBS	34
FIGURA 15. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – GESTIÓN DEL CRONOGRAMA	35
FIGURA 16. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – DEFINIR LAS ACTIVIDADES	35
FIGURA 17. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES.....	36
FIGURA 18. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	37
FIGURA 19. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – DESARROLLAR EL CRONOGRAMA	37
FIGURA 20. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – GESTIÓN DE LOS COSTOS	38
FIGURA 21. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – ESTIMAR LOS COSTOS	38
FIGURA 22. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – PLANIFICACIÓN GESTIÓN DE RECURSOS	39

FIGURA 23. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS.....	40
FIGURA 24. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – IDENTIFICAR LOS RIESGOS	40
FIGURA 25. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS.....	41
FIGURA 26. ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS – PLANIFICAR RESPUESTA A LOS RIESGOS.....	41
FIGURA 27. UBICACIÓN GEOGRÁFICA – BOGOTÁ.....	46
FIGURA 28. CRECIMIENTO POBLACIONAL DE BOGOTÁ (2005 – 2020).....	47
FIGURA 29. PIRÁMIDE POBLACIONAL INTERCENSAL EN BOGOTÁ, 2005 Y 2018.	48
FIGURA 30. SERVICIO DE ALCANTARILLADO EN BOGOTÁ.....	49
FIGURA 31. MATRIZ PODER – INTERÉS.....	74
FIGURA 32. EDT – PROYECTO TECNOLOGÍA CIPP.....	90
FIGURA 33. SECUENCIA DE ACTIVIDADES – TECNOLOGÍA CIPP.....	97
FIGURA 34. MATRIZ – PROBABILIDAD VS IMPACTO.....	129

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. FRAGMENTO PLAN OPERATIVO INVERSIONES REGULADAS – POIR.....	12
TABLA 2. GRUPOS DE PROCESOS DE INICIO Y ÁREAS DE CONOCIMIENTO.....	30
TABLA 3. GRUPOS DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN Y ÁREAS DE CONOCIMIENTO.....	32
TABLA 4. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GENERAL – BOGOTÁ.....	44
TABLA 5. IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA – REHABILITACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO.....	50
TABLA 6. IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS GERENCIALES – PMBOK.....	51
TABLA 7. CORRESPONDENCIA ENTRE GRUPOS DE PROCESOS Y ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS.....	55
TABLA 8. PRESUPUESTO GLOBAL DE LA PROPUESTA – PERSONAL INVOLUCRADO (EN PESOS).59	
TABLA 9. PRESUPUESTO GLOBAL DE LA PROPUESTA – HERRAMIENTAS EMPLEADAS (EN PESOS).	59
TABLA 10. PRESUPUESTO TOTAL DE LA PROPUESTA (EN PESOS).	59
TABLA 11. DESARROLLO GRUPO DE PROCESOS DE INICIO.....	63
TABLA 12. DESARROLLO GRUPO DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN.	65
TABLA 13. IDENTIFICACIÓN INTERESADOS – TECNOLOGÍA CIPP.....	73
TABLA 14. MATRIZ DE INTERESADOS.	77
TABLA 15. RECOPIRAR LOS REQUISITOS.	87
TABLA 16. DURACIÓN DE ACTIVIDADES – TECNOLOGÍA CIPP.	100
TABLA 17. DEFINIR, SECUENCIAR Y ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.	105
TABLA 18. ESTIMACIÓN DE COSTOS – TECNOLOGÍA CIPP.	113
TABLA 19. ESTIMAR LOS RECURSOS DEL PROYECTO.....	121
TABLA 20. PLAN DE RESPUESTA AL RIESGO.	133
TABLA 21. MATRIZ DE RIESGO – TECNOLOGÍA CIPP.	135

INTRODUCCIÓN

Actualmente en las principales ciudades con desarrollos urbanos acelerados de Colombia, específicamente en Bogotá un alto porcentaje de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial superan los 50 años de construcción, culminado su vida útil¹. Algunas de estas redes presentan fallas de tipo operacional o estructural, incluyendo inconvenientes en la tubería por desgaste, fisuras, desplazamiento, obstrucciones, etc.

Las empresas públicas prestadoras del servicio tienen la necesidad de reemplazar o rehabilitar las redes existentes con el fin de dar solución a los problemas presentados, garantizar el buen funcionamiento y continuidad de la prestación del servicio del sistema en general, logrando que el servicio se preste adecuadamente y se minimicen las afectaciones futuras que traería una red en mal estado.

Para dar solución a los inconvenientes, generalmente se realiza el reemplazo de la tubería junto con métodos tradicionales a zanja abierta que traen consigo afectaciones a la comunidad por el tráfico interrumpido de la vía intervenida, movimiento considerable de tierra y demora en el proceso de ejecución. Hoy en día se emplean métodos de rehabilitación de redes sin zanja, entre los que se encuentra el método CIPP (Cured in place pipe) que será objeto de estudio en este trabajo, esta tecnología se caracteriza por ser técnicamente sofisticada, costos de instalación bajos, amigable con el medio ambiente y disminución del impacto urbano comparado con otros métodos².

Con el fin de aumentar las posibilidades de éxito de los proyectos existe la guía PMBOK, la cual proporciona pautas y define conceptos relacionados con la dirección de proyecto, evaluando los grupos de procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo – control y cierre. Este trabajo se basará en el plan para la dirección, el cual se realiza con el fin de gestionar cada área de conocimiento de un proyecto en los grupos de procesos de inicio y planificación, indicando cómo se debe gestionar un proyecto desde el inicio hasta el fin.

Reconociendo que el método CIPP se ha venido implementando en la ciudad de Bogotá, siendo este una tecnología relativamente nueva en nuestro país, el presente trabajo se realiza con el propósito de proporcionar información que permita la implementación de buenas prácticas gerenciales, a partir del diseño de una metodología del plan para la dirección en proyectos de rehabilitación sin zanja de

¹ PINZÓN ABAUNZA, Jorge. Evaluación y Perspectivas de la Utilización de Tecnologías Sin Zanja en Redes de Alcantarillado de Bogotá. Bogotá, 2011, p. 24. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería.

² SG Ingeniería en ductos S.A.ESP. Reparación sin zanja – CIPP. [En línea]. [19 octubre 2019]. Disponible en: <http://sqingenieriaenductos.com/reparacion-sin-zanja-cipp/>.

redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe) – conforme a los lineamientos del PMBOK v6, incluyendo los planes de gestión subsidiarios con los que este plan debe contar y obtención de líneas base de alcance, tiempo y costos (triple restricción); permitiendo la identificación clara de entregables y posibles inconvenientes logrando así que la toma de decisiones en proyectos similares se realice de la manera más acertada.

En la realización de este trabajo se empleará la información estipulada en la guía PMBOK V6 junto con información recolectada de reuniones con asesores en la parte técnica y metodológica, además de entrevistas a personas conocedoras de la tecnología y su implementación en Bogotá, identificando problemas comunes presentados en la ejecución por la falta de una adecuada planeación, diseñando la metodología del plan para la dirección de la manera más clara y fundamentada en los resultados de la investigación realizada.

1 GENERALIDADES

1.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto se enmarca dentro de la línea de investigación de la Gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales, con un tipo de investigación proyectiva de la Especialización en Gerencia de Obra.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“Se estima que en la ciudad de Bogotá el 78 % de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial superan los 50 años de construcción, en su mayoría requieren rehabilitación o reemplazo”³. Según el Plan Operativo de Inversiones Reguladas – POIR la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá tiene planeado en el periodo 2016 – 2025 realizar inversiones de aproximadamente 1.1 billones de pesos por concepto de Construcción/Renovación/Rehabilitación Redes Locales como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Fragmento Plan Operativo Inversiones Reguladas – POIR

POIR	Período Tarifario 2016-2025	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025
Construcción/ Renovación/Rehabilitación Redes Locales	\$1.116.017	\$49.004	\$163.288	\$120.588	\$110.133	\$70.044	\$30.780	\$162.292	\$187.666	\$152.214	\$120.007

Fuente: https://www.acueducto.com.co/wps/html/resources/2017/Informe_gestion_2016v5.pdf

En la actualidad se emplea el método de rehabilitación de redes de alcantarillado sin zanja con tecnología CIPP (Cured in place pipe) conocido como tubería curado en sitio, que se caracteriza por ser técnicamente sofisticado, costos de instalación bajos, amigable con el medio ambiente y disminución del impacto urbano⁴. Con el fin de cumplir con los objetivos trazados de inversión, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá adjudica diversos contratos de obra que incluyen en las actividades de ejecución la rehabilitación de redes empleando distintos métodos

³ PINZÓN ABAUNZA, Jorge. Evaluación y Perspectivas de la Utilización de Tecnologías Sin Zanja en Redes de Alcantarillado de Bogotá. Bogotá, 2011, p. 24. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería.

⁴ SG Ingeniería en ductos S.A.ESP. Reparación sin zanja – CIPP. [En línea]. [19 octubre 2019]. Disponible en: <http://sgingenieriaenductos.com/reparacion-sin-zanja-cipp/>.

entre los que se encuentra el método CIPP; empresas y/o personas con experiencia en la construcción de alcantarillados pueden verse interesados en participar en el procedimiento de selección del contratista formulando propuestas basados en los pliegos de condiciones, teniendo claridad en la realización de la mayoría de las actividades contractuales, sin embargo poco conocimiento del método CIPP ya que es un método implementado en Colombia recientemente, siendo pocas las empresas dedicadas a la realización de esta actividad específica. Cuando se está en la etapa de ejecución de un proyecto que incluye esta tecnología se pueden presentar problemas por la poca profundización, evaluación y resultados de los grupos de procesos de inicio y planificación anteriores a esta etapa, cometiendo el error de no realizar una valoración correcta y detallada de la tecnología, omitiendo posibles riesgos y complicaciones generados por la finalidad del cumplimiento del alcance del proyecto a realizar.

Muchos de los contratistas al momento de ejecutar esta actividad prefieren apoyarse en proveedores con experiencia en el uso de la tecnología, esta puede ser una solución, no obstante, se generan inconvenientes en la supervisión por parte del contratista debido al desconocimiento de la tecnología además de la disminución en la utilidad total del proyecto. Un solo ítem mal gestionado en un contrato de esta envergadura puede traer consecuencias negativas en el alcance, tiempo y costo del proyecto:

Estudios revelan que dentro de las causas que llevan a fracasar un proyecto, una de las más importantes es precisamente la ausencia de un proceso de planificación aplicado de manera efectiva y eficiente desde el inicio del proyecto. En los proyectos de construcción, la planificación es una de las tareas más desafiantes que afrontan los equipos, las decisiones que se toman durante esta etapa tienen un fuerte impacto en el éxito de la ejecución del proyecto desde sus etapas tempranas hasta la construcción y su puesta en marcha⁵.

Con el fin de aumentar la probabilidad de cumplimiento y reconociendo que para la implementación de esta tecnología se deben tener en cuenta factores como, mano de obra calificada, maquinaria y equipos especializados, importación de materiales, repuestos de maquinaria, entre otros, es necesario diseñar una metodología guía del plan para la dirección en proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe) - bajo lineamientos del PMBOK V6, que será presentada a empresas de este sector de la construcción, de fácil implementación y mejorara la dirección de proyectos similares.

⁵ EL MERCURIO. La planificación de proyectos. En: El Mercurio. Santiago, Chile: (05 sept, 2013), P. 1.

1.2.1 Antecedentes del problema

“Actualmente el estado estructural e hidráulico de los sistemas de alcantarillados en las principales ciudades de Latinoamérica es constantemente cuestionado, ya que estas redes fueron construidas hace varios años y su vida útil está a punto de culminar o ya ha culminado”⁶. “En Bogotá el 62 por ciento de los tubos que conforman la red de alcantarillado y canales se construyeron entre los años 1950 y 2000”⁷, debido a esta condición estas redes deben ser rehabilitadas o sustituidas. La metodología utilizada tradicionalmente para la rehabilitación de los sistemas de alcantarillado es el reemplazo de la tubería existente o la instalación paralela de una nueva, por medio de una excavación en zanja a lo largo de toda la tubería⁸.

Ante la creciente necesidad de encontrar alternativas que generen menores impactos ambientales y trastornos a la sociedad para la rehabilitación de los alcantarillados existentes, a nivel mundial desde hace dos décadas se vienen desarrollando nuevas técnicas conocidas en la industria como metodologías “sin zanja”⁹. “Aunque el término es relativamente nuevo, el desarrollo de estas tecnologías comenzó al final de los años setenta en Japón, como resultado de una decisión del gobierno de incrementar la proporción de población urbana provista con los servicios básicos”¹⁰. El avance de las tecnologías para renovación, reparación y sustitución; se daría durante la revolución industrial; uno de los países con más innovación en estos procedimientos fue el Reino Unido quienes han logrado importantes avances con CTTV (Circuito cerrado de televisión) y demás sistemas robotizados que ayudan a determinar el diagnóstico de las redes deterioradas. Entre los principales métodos que se han desarrollado para estos temas se encuentran el CIPP (Cured In Place Pipe)¹¹.

“En nuestro país desde los años 80 se empiezan a aplicar estas tecnologías gracias a la EAAB quien inicia uno de los proyectos más importantes en el tema de alcantarillados llamado Bogotá IV. Este megaproyecto tuvo como epicentro el sector de la calle 116 con carrera séptima y tomó como base la metodología de construcción sin zanja”¹².

⁶ SG Ingeniería en ductos S.A.ESP. “Reparación sin zanja – CIPP”. [En línea]. 2016. [Accedido: 19-oct-2019]. Disponible en: <http://sgingenieriaenductos.com/repuracion-sin-zanja-cipp/>.

⁷ GÓMEZ, Yolanda. “La red de alcantarillado de Bogotá tiene más de medio siglo”. [En línea]. [19 octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12107216> - EL TIEMPO

⁸ PUPO GONZALEZ, Carlos. Metodología Para la Selección de Obras de Ingeniería Para la Rehabilitación de Redes Troncales de Alcantarillado. Bogotá, 2014, p. 31. Trabajo de investigación (Maestría en Ingeniería Civil). Escuela Colombiana De Ingeniería. Facultad de Ingeniería.

⁹ *Ibid.*, p. 31.

¹⁰ VIANA VIDAL, Fredy. Técnicas de Construcción Fundamentadas en la Tecnología Sin Zanjas. Guatemala, 2004, p. 29. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.

¹¹ PINZÓN ABAUNZA, Jorge. Evaluación y Perspectivas de la Utilización de Tecnologías Sin Zanja en Redes de Alcantarillado de Bogotá. Bogotá, 2011, p. 27. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería.

¹² *Ibid.*, p. 29.

En el año 1992, se daría la visita del ingeniero James C. Thomson, experto internacional en temas de rehabilitación de redes de infraestructura subterránea, quien vino a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, con motivo de la consultoría sobre la reparación de la tubería de acueducto de Tibitoc-Casablanca, esta visita realizada en una época en donde la mayoría de activos bajo tierra se reparaban y renovaban de manera convencional a zanja abierta implicó un hito importante en lo referente a la utilización de métodos alternativos sin zanja como solución a los problemas estructurales y operacionales asociados al deterioro y vulnerabilidad de las redes¹³.

Hasta mediado de los años 90 el avance de la tecnología no resultó ser muy significativo debido a que no existía gran información sobre el tipo de metodologías que se podían usar para este campo; por otra parte, las pocas empresas que prestaban los servicios de tecnología sin zanja eran en su mayoría extranjeras. Sin embargo, en el año 2009 gracias a la unión de individuos y organizaciones con intereses profesionales en aspectos ambientales y de servicios en el tema de infraestructura subterránea; se fundaría el Instituto Colombiano de Tecnologías de Infraestructura Subterránea (ICTIS)¹⁴.

“Se fomenta la capacitación, promoción, divulgación e investigación de estas tecnologías y cuenta entre sus miembros platino La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y Empresas Públicas de Medellín -EPM, quienes han sido pioneros en la aplicación de estas tecnologías en la renovación de las redes hidrosanitarias a su cargo, siendo también las empresas públicas prestadoras de estos servicios en las dos ciudades más grandes del país”¹⁵.

El termino CIPP corresponde a sus siglas en ingles Cured In Place Pipe, el proceso fue desarrollado por Insituform en Inglaterra a principios de los años 70, con la gran ventaja de poder aplicarse en conductos de diferentes secciones geométricas, e incluso puede absorber pequeñas variaciones de la sección transversal, y dimensión del ducto a rehabilitar. “El método de rehabilitación con CIPP, tiene como objetivo formar una capa de revestimiento de carácter mono pieza, sin empalmes o costuras que afecten las condiciones de flujo a lo largo del ducto, mejorando también las condiciones de estanqueidad, e incluso a pesar de reducir de manera leve el diámetro interno, una vez curada resulta en una superficie interna muy lisa favoreciendo la capacidad hidráulica del ducto”¹⁶.

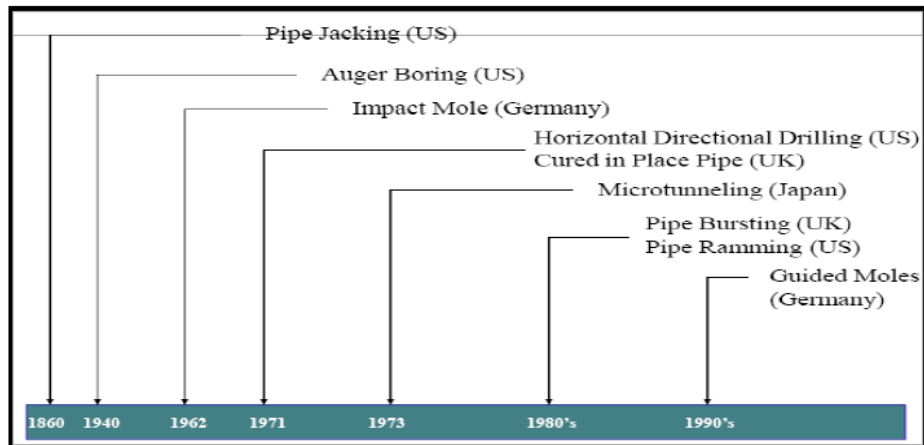
¹³ PINZÓN ABAUNZA, Jorge. Evaluación y Perspectivas de la Utilización de Tecnologías Sin Zanja en Redes de Alcantarillado de Bogotá. Bogotá, 2011, p. 29. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería.

¹⁴ *Ibid.*, p. 30.

¹⁵ Estrada Nelson y Forero Cristian. Evaluación de la Gestión del Tiempo Bajo la Guía Pmbok® 5ta Edición para Método SPR de Rehabilitación de Tubería Sin Zanja Vs Método Convencional de Rehabilitación de Tubería. Bogotá, 2018, p. 12. Trabajo de grado (Especialización en Gerencia de Obras). Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería.

¹⁶ BARBOSA HORTUA, Guillermo. Estudio de la Aplicación de Tecnologías Trenchless en Bogotá. Bogotá, 2013, p. 32. Trabajo de grado (Ingeniería Civil). Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería.

Figura 1. Desarrollo de las tecnologías sin zanja en la línea del tiempo



Fuente: Evaluación y perspectivas de la utilización de tecnologías sin zanja en redes de alcantarillado de Bogotá¹⁷.

1.2.2 Pregunta de investigación

¿Cuál es la metodología indicada del plan para la dirección base, que facilite su implementación y aumente la probabilidad de éxito en proyectos de rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP?

1.2.3 Variables del problema

Todas las empresas deben planificar de manera estructurada y controlada los proyectos, con el fin de realizar una secuencia proyectada que ayude a cumplir los requisitos con riesgos aceptables, dentro de las limitaciones de recursos, cronograma, costo, alcance, etc¹⁸.

“La planificación del proyecto se define como el establecimiento de un conjunto de instrucciones con suficiente detalle para decirle al equipo del proyecto exactamente qué se debe hacer, cuándo se debe hacer y qué recursos usar para producir los entregables del proyecto con éxito”¹⁹.

¹⁷ PINZÓN ABAUNZA, Jorge. Evaluación y Perspectivas de la Utilización de Tecnologías Sin Zanja en Redes de Alcantarillado de Bogotá. Bogotá, 2011, p. 27. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería.

¹⁸ SOARE Ilinca, RUSU Manuela, STEFAN Adriana, DRAGOMIRESCU Alina y MILITARU Constantio. Project management templates used to plan and manage product and service provision. Case study. En: INCAS BULLETIN. Vol., 11. No (Issue 3/ 2019); p. 239.

¹⁹ ZWIKAEEL, Ofer. Critical planning processes in construction projects. En: Emerald Group Publishing Limited. Vol., 9. No 4 (2009); p. 375.

Son variables del problema:

- Implementación de nuevas tecnologías en proyectos de construcción en Colombia.
- Factores a tener en cuenta antes de la ejecución de proyectos de rehabilitación de redes por el método CIPP (Cured in place pipe)
- Falta de planificación y seguimiento de buenas prácticas gerenciales.
- Sobre costos en proyectos.
- Plan de gestión del alcance, cronograma, costos, recursos, riesgos y plan de involucramiento de los interesados.
- Ausencia de metodología para la evaluación de los procesos de inicio y planificación en proyectos de rehabilitación de redes con tecnología CIPP (Cured in place pipe)

“La planificación del alcance y los procesos de planificación de la estimación de costos son las principales debilidades del sector de la construcción en comparación con otros sectores”²⁰.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se realiza reconociendo que la rehabilitación de redes de alcantarillado en la ciudad de Bogotá y en ciudades importantes de Colombia implementando tecnología sin zanja, específicamente CIPP (Cured In Place Pipe) está en crecimiento por sus beneficios en tiempo, costos y disminución de afectaciones. Es necesario que las empresas interesadas en esta actividad tengan una metodología del plan para la dirección en este tipo de proyectos, que permita implementar buenas prácticas y sea clave para evaluar los procesos de inicio y planificación bajo los lineamientos del PMBOK V6 antes de su ejecución, permitiendo la identificación clara de entregables y posibles inconvenientes logrando así que la toma de decisiones se realice de la manera más acertada.

Para los autores de este trabajo de grado es importante aplicar los conocimientos adquiridos durante la especialización en gerencia de obras, teniendo la oportunidad de diseñar una metodología del plan para la dirección de proyectos de estas características, que sea de fácil implementación en proyectos futuros cuando se requiera.

²⁰ZWIKAEEL, Ofer. Critical planning processes in construction projects. En: Emerald Group Publishing Limited. Vol., 9. No 4 (2009); p. 381.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Diseñar una metodología del plan para la dirección en proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe) – conforme a los lineamientos del PMBOK v6.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar y aplicar las áreas de conocimiento dentro de los grupos de procesos de inicio y planificación, al desarrollo del plan para la dirección en proyectos de rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (Cured In Place Pipe).
- Desarrollar el plan para la dirección base en proyectos de rehabilitación de tubería con tecnología CIPP, estableciendo una metodología que facilite la elaboración de otros planes para la dirección en este tipo de proyectos.
- Proporcionar a la industria de la construcción la metodología propuesta del plan para la dirección de proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe), para ser implementada y aumente el éxito en proyectos posteriores de características similares.

2 MARCOS DE REFERENCIA

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Project Management Institute (PMI)

“Es una de las asociaciones profesionales de miembros más grandes del mundo que cuenta con medio millón de miembros e individuos titulares de sus certificaciones en 180 países. Es una organización sin fines de lucro que avanza la profesión de la dirección de proyectos a través de estándares y certificaciones reconocidas mundialmente, a través de comunidades de colaboración, de un extenso programa de investigación y de oportunidades de desarrollo profesional”²¹.

Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK)

“El PMI define los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK) como un término que describe los conocimientos de la profesión de dirección de proyectos. Los fundamentos para la dirección de proyectos incluyen prácticas tradicionales comprobadas y ampliamente utilizadas, así como prácticas innovadoras emergentes para la profesión. Los fundamentos incluyen tanto material publicado como no publicado. Estos fundamentos están en constante evolución. La Guía del PMBOK® identifica un subconjunto de fundamentos para la dirección de proyectos generalmente reconocido como buenas prácticas”²².

2.1.2 Dirección de proyectos.

“La dirección de proyecto es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los procesos de dirección de proyectos identificados para el proyecto. La dirección de proyectos permite a las organizaciones ejecutar proyectos de manera eficaz y eficiente”²³.

“Los proyectos comprende varios componentes clave que, cuando se gestionan de forma eficaz, conduce a su conclusión éxitos. Los diversos componentes se

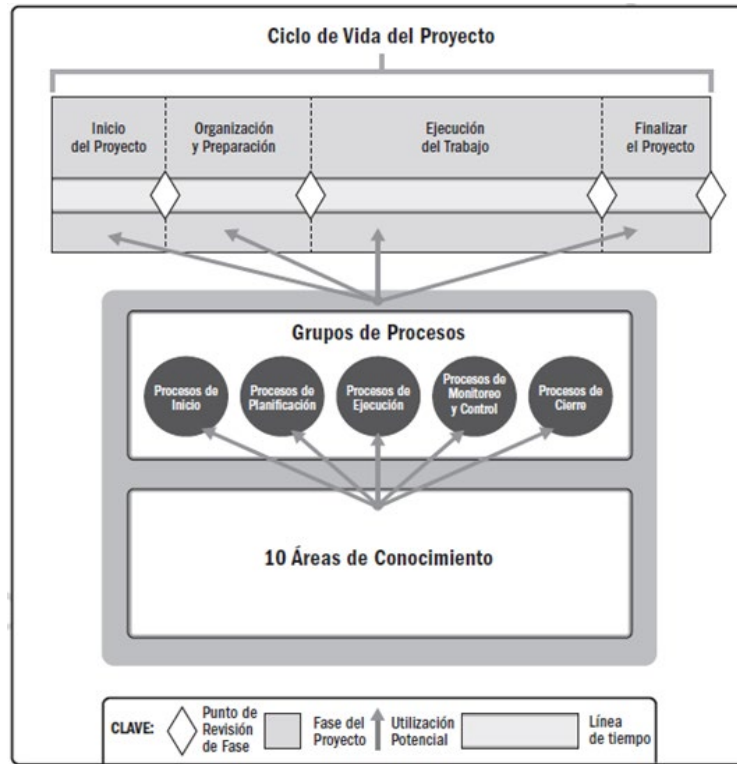
²¹ Project Management Institute. “¿Qué es PMI?”. [En línea]. [19 octubre de 2019]. Disponible en: <http://amerialatina.pmi.org/latam/aboutUS/WhatisPMI.aspx>.

²² Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 21.

²³ *Ibid.*, p. 10.

interrelacionan unos con otros durante la dirección de un proyecto, estos componentes se describen brevemente a continuación”²⁴.

Figura 2. Descripción de los Componentes Clave de la Guía del PMBOK



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 1. Pág. 18.

2.1.2.1 Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.

Procesos de inicio: “La organización define los objetivos del proyecto, se identifican a los principales interesados, el sponsor asigna al DP y se autoriza formalmente el inicio del proyecto”²⁵.

Procesos de planificación: “Los interesados definen el alcance del proyecto y refinan los objetivos; el equipo desarrolla el plan para la dirección del proyecto que será la guía para un proyecto exitoso”²⁶.

²⁴ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 10.

²⁵ LLEDÓ, Pablo. Director de Proyectos: Cómo Aprobar el Examen PMPR Sin morir en el intento. Quinta edición. Canadá: Ennovate Business Trends, 2013. p. 45.

²⁶ *Ibid.*, p.45.

Procesos de ejecución: “El director del proyecto coordina todos los recursos para implementar el plan para la dirección del proyecto”²⁷.

Procesos de monitoreo y control: “El director del proyecto y su equipo supervisan el avance del proyecto y aplican acciones correctivas”²⁸.

Procesos de cierre: “El cliente acepta formalmente los entregables del proyecto”²⁹.

“En cada uno de estos cinco grupos de procesos existen varios procesos particulares distribuidos entre las distintas áreas del conocimiento”³⁰.

2.1.2.2 Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos.

Gestión de la Integración del Proyecto: “La Gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos. En el contexto de la dirección de proyectos, la integración incluye características de unificación, consolidación, comunicación e interrelación. Estas acciones deberían aplicarse desde el inicio del proyecto hasta su conclusión”³¹.

Gestión del Alcance del Proyecto: “La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y únicamente el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito. Gestionar el alcance del proyecto se enfoca primordialmente en definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto”³².

Gestión del Cronograma del Proyecto: “La Gestión del Cronograma del Proyecto incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo”³³.

Gestión de los Costos del Proyecto: “La Gestión de los Costos del Proyecto incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado”³⁴.

²⁷ LLEDÒ, Pablo. Director de Proyectos: Cómo Aprobar el Examen PMP Sin morir en el intento. Quinta edición. Canadá: Ennovate Business Trends, 2013. p. 45.

²⁸ *Ibíd.*, p.45.

²⁹ *Ibíd.*, p.45.

³⁰ *Ibíd.*, p.45.

³¹ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 69.

³² *Ibíd.*, p.129.

³³ *Ibíd.*, p.173.

³⁴ *Ibíd.*, p.231.

Gestión de los Recursos del Proyecto: “La Gestión de los Recursos del Proyecto incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto. Estos procesos ayudan a garantizar que los recursos adecuados estarán disponibles para el director del proyecto y el equipo del proyecto en el momento y lugar adecuados”³⁵.

Gestión de los Riesgos del Proyecto: “La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto. Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y/o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad y/o el impacto de los riesgos negativos, a fin de optimizar las posibilidades de éxito del proyecto”³⁶.

Gestión de las Adquisiciones del Proyecto: “La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto”³⁷.

Gestión de los Interesados del Proyecto: “La Gestión de los Interesados del Proyecto incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos, u organizaciones que puedan afectar o ser afectadas por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto”³⁸.

2.1.3 Metodología sin zanja para rehabilitación de tuberías - Tecnología CIPP (Cured Places in Pipe)

La rehabilitación de tubería con tecnología CIPP consiste en el revestimiento de la tubería existente, antes de su implementación es importante que esta se encuentre limpia y poder así realizar la inspección identificando si estructuralmente presenta desgastes, agrietamientos, corrosión, presencia de raíces, acumulación de grasa con sedimentos y desechos, desalineación de juntas, desviación de la tubería, separación³⁹, que impidan la funcionalidad de la tubería al 100% y del flujo del agua.

³⁵ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 307.

³⁶ *Ibíd.*, p.395.

³⁷ *Ibíd.*, p. 459.

³⁸ *Ibíd.*, p.503.

³⁹ Das Susen, Bayat Alireza, Gay Leon, Salimi Mahmoud y Matthews John. A comprehensive review on the challenges of cured-in-place pipe (CIPP) installations. En: Research and Technology—AQUA. Vol., 65. No 8 (2016); p. 583-596.

Figura 3. Problemas Redes del Alcantarillado en Bogotá.



Fuente: <http://sqingenieriaenductos.com/diagnostico-de-redes-cctv/>

Este método se puede emplear en cualquier tipo de tubería incluyendo gres, concreto, PVC, acero, etc y en cualquier tipo de sección y diámetro⁴⁰. El procedimiento consiste básicamente en la instalación de un folio para proceder a insertar la manga impregnada con resina por la tubería, esto con el fin que la manga no se rasgue al momento de deslizarse por la tubería a rehabilitar. Después de esto con ayuda de un compresor se infla la manga y se realiza una inspección previa para verificar que no se encuentra acumulación de agua residual que pueda afectar el curado de la manga y por último se realiza el curado a través de vapor, agua o radiación ultravioleta. A continuación, se presenta una descripción grafica de este procedimiento:

⁴⁰ Pipeline Infrastructure Solutions. "Formación tecnología sin zanja y diseño CIPP". [En línea]. [20 octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.pipelineinfrastructure.com/consultoria-tecnologia-sin-zanja/formacion-cursos-tecnologia-sin-zanja-cipp>

Figura 4. Procedimiento Tecnología CIPP.



Fuente: Modernización del sistema de acueducto y alcantarillado – EPM⁴¹.

⁴¹ Empresas Públicas de Medellín (EPM). "EPM modernizará el sistema de acueducto y alcantarillado en Bello". [En línea]. [20 octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.epm.com.co/site/home/sala-de-prensa/noticias-y-novedades/epm>.

Figura 5. Revestimiento de alcantarillado principal CIPP.



Fuente: <http://sgingenieriaenductos.com/redes-principales-tecnologia-uv/>

Se puede asegurar la calidad de construcción del CIPP convencional solo después de curar completamente la manga, ya que el proceso de formación del revestimiento puede no identificarse mientras se instala el revestimiento en la tubería⁴².

2.2 MARCO TEÓRICO

“En la actualidad las empresas se enfrentan a mercados globalizados, lo que las expone a un alto nivel de competencia y exigencia de los clientes en relación a los tiempos de entrega, costos y calidad. Para afrontar estos desafíos de manera efectiva y eficiente, es importante ser metódicos y rigurosos a la hora de gestionar los proyectos si se quiere lograr el éxito, afirma el director de la firma Projects, Martin Rodríguez, en diálogo con Gente & Negocios”⁴³.

El Project Management Institute (PMI) (www.pmi.org), en su guía "A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)" define a un proyecto como "un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único". El PMI también define la Gestión de Proyectos como "la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto. La gestión de proyectos se logra

⁴² C. Baea, J. Kima, D. Choi a, D. Koob, J. Kima. Development of Renovation Techniques for Medium and Large Diameter Water Transmission Pipes. En: Procedia Engineering. No 89 (2014); p. 817-822.

⁴³ DBA Noticias Financieras. Gestión de Proyectos, la clave para su organización. En: Global Network Content Services LLC. Miami: (28 oct, 2014), P. 1.

mediante la aplicación e integración de los procesos de gestión de proyectos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre"⁴⁴. "La gestión de proyectos es considerada como un factor diferenciador en la consecución de objetivos estratégicos para los diferentes tipos de industrias. La aplicación coherente de procesos y técnicas garantizan un desarrollo integral de los objetivos propuestos, junto con la identificación temprana de factores que pueden contribuir en la afectación de los supuestos planteados"⁴⁵.

La gestión de proyectos, permite más ventajas que cualquier otro enfoque de gestión, tanto en términos de maximización de calidad como el del manejo eficiente de recursos, y se vuelve una competencia prioritaria para los gerentes de la pequeña y mediana empresa; por consiguiente requieren de un esfuerzo planificado para enmarcar su gestión de proyectos dentro del propósito de aprender a desarrollar principios y potencial colectivo para estructurar una organización competitiva, llena de oportunidades que se desarrollen de manera propia y sostenible en el tiempo⁴⁶.

"Se espera que una efectiva gestión de proyectos optimice los recursos existentes para su ejecución, agregando valor al resultado final esperado. Por lo tanto, la efectiva aplicación de técnicas y herramientas a la gestión de proyecto es un esfuerzo que agrega valor a las organizaciones ejecutoras y a los clientes que se beneficiaran del resultado esperado"⁴⁷.

2.2.1 Procesos de la Dirección de Proyectos.

Un proceso es un conjunto de acciones y actividades, relacionadas entre sí, que se realizan para crear un producto, resultado o servicio predefinido. Cada proceso se caracteriza por sus entradas, por las herramientas y técnicas que se pueden aplicar y por las salidas que se obtienen⁴⁸.

Donde las entradas es todo aquello que se necesita para comenzar el proceso, las herramientas nos sirven para procesar esas entradas y de esta forma obtener las salidas o resultados⁴⁹.

⁴⁴ DBA Noticias Financieras. Gestión de Proyectos, la clave para su organización. En: Global Network Content Services LLC. Miami: (28 oct, 2014), P. 2.

⁴⁵ Villareal Mejía Iván y Viltard A. Leandro. Un camino unificado hacia el manejo de proyectos. En: Palermo Business Review. No. 12 (2015); p. 115.

⁴⁶ MAZURKIEWICZ, Iris. La Gestión de Proyectos en la Pequeña y Mediana Empresa Desde Una Perspectiva Epistemológica. En: Revista Negotium. No 40; p. 66.

⁴⁷ DBA Noticias Financieras. Óp. Cit., p. 2.

⁴⁸ GARCIA, Omar "5 grupos de procesos y 9 áreas de conocimiento". [En línea]. [20 octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.proyectum.lat/2015/02/11/5-grupos-de-proceso-y-9-areas-de-conocimiento-1/>

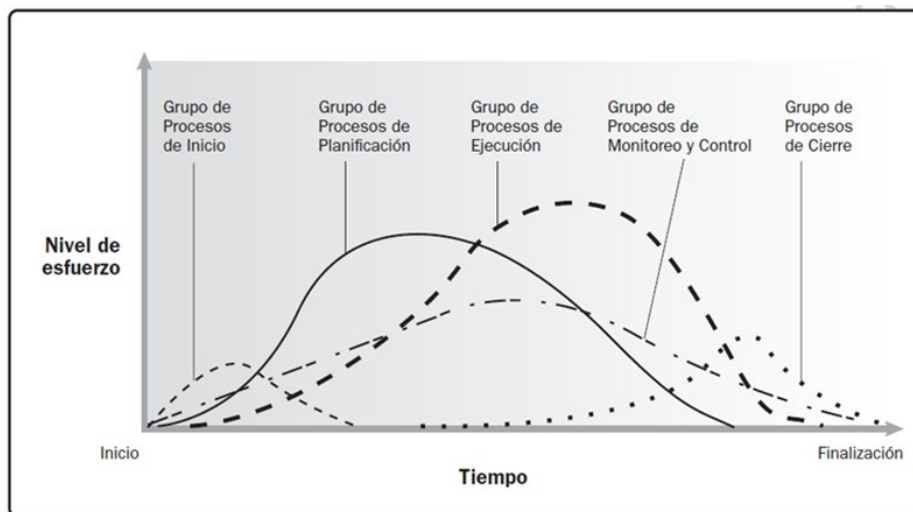
⁴⁹ LLEDÓ, Pablo. Director de Proyectos: Cómo Aprobar el Examen PMP Sin morir en el intento. Quinta edición. Canadá: Ennovate Business Trends, 2013. p. 45.

Un grupo de procesos de la dirección de proyectos es un agrupamiento lógico de procesos para alcanzar objetivos específicos del proyecto, son independientes de las fases del proyecto, están vinculados por entradas y salidas específicas, de modo que el resultado de un proceso puede convertirse en la entrada de otro proceso que no está necesariamente en el mismo grupo de procesos. Los procesos pueden contener actividades superpuestas que tienen lugar a lo largo de todo el proyecto. En general la salida de un proceso tiene como resultado⁵⁰:

- Una entrada a otro proceso.
- Un entregable los proyectos o fase del proyecto.

Los procesos de la dirección de proyectos se agrupan en cinco categorías conocidas como Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (o Grupos de Procesos): Grupo de procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y grupo de procesos de cierre.

Figura 6. Interacciones entre los grupos de procesos dentro de un proyecto o fase



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 1.9. Pág. 555.

2.2.2 Áreas de Conocimiento.

Un área de conocimiento es un área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimiento y se describe en términos de los procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que lo componen.

⁵⁰ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 23.

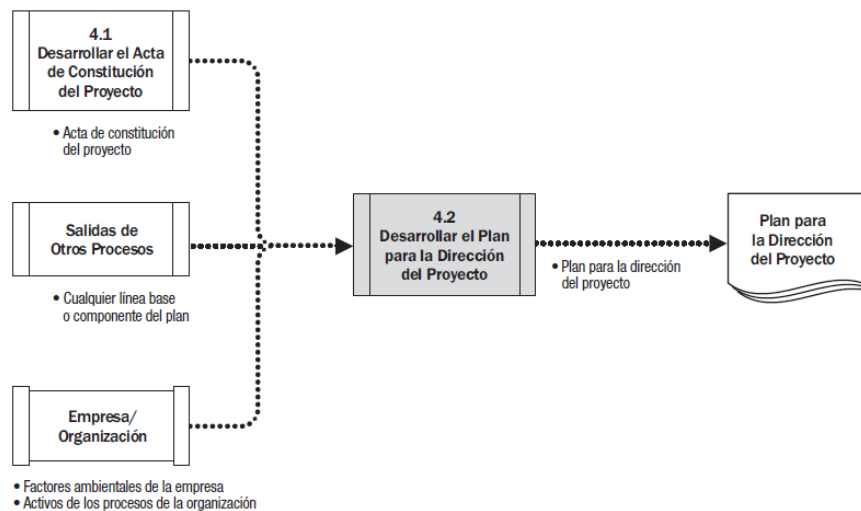
Para ser un buen DP hay que conocer distintas áreas específicas de la dirección de proyectos. (PMBOK).

2.2.3 Plan para la Dirección de Proyectos

Documento que describe el modo en que el proyecto será ejecutado, monitoreado y controlado. “Sin el Plan para la Dirección de Proyectos no hay metodología en Dirección de Proyectos, no hay organización, no hay Project Management, no hay Project Manager, No hay ni siquiera Proyecto tal y como debe concebirse”⁵¹.

El Plan de Dirección del Proyecto se encarga de preparar, establecer y coordinar todos los Planes que se van a integrar en un Plan General de Proyecto. El Plan de Dirección del Proyecto debe ser formalmente aprobado, creado por el director del proyecto y será la guía para dirigir y controlar la globalidad del proyecto durante todo su ciclo de vida⁵².

Figura 7. Diagrama de flujo de datos, desarrollar el plan para la dirección del proyecto.



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 4. Pág. 82.

Los Planes de Dirección de Proyecto enseñan cómo vamos a gestionar cada área de conocimiento del proyecto, muestran el resultado de haber aplicado todos los procesos, en todas las áreas y enfocados a las tres áreas dimensionales del

⁵¹ Executive Master Project Management. “Plan de Dirección del Proyecto (PDP) - Una guía sencilla y eficaz,”. [En línea]. [27 octubre de 2019]. Disponible en: <https://uv-mdap.com/blog/plan-de-direccion-del-proyecto-2/>.

⁵² *Ibid.*, p.1.

proyecto. El plan para la dirección del proyecto define como se ejecutará, como se monitoreará y como se cerrará el proyecto. En definitiva, cómo se debe gestionar un proyecto desde el inicio hasta el fin⁵³.

El Plan de Dirección de Proyecto (PDP) se realiza, una vez se han recogido los requisitos válidos, se ha estimado el tiempo que llevará realizar el proyecto, se ha calculado el coste, asegurado la calidad de los trabajos, los riesgos estén controlados y los stakeholders estén comprometidos con el Proyecto.

El plan de Dirección del proyecto se compone de las tres líneas base del Proyecto y de los 14 planes subsidiarios del Proyecto

Líneas base del Proyecto:

- Línea base del alcance del Proyecto.
- Línea base del cronograma del Proyecto.
- Línea base de costos del Proyecto.

Planes subsidiarios del Proyecto:

- Plan de Gestión de la Configuración.
- Plan de Gestión del Cambio.
- Plan de Gestión del Alcance.
- Plan de Gestión de los Requisitos.
- Plan de Gestión del Cronograma.
- Plan de Gestión de los Costos.
- Plan de Gestión de la Calidad.
- Plan de Mejoras del Proceso.
- Plan de Gestión de los Recursos Humanos.
- Plan de Gestión del Personal.
- Plan de Gestión de las Comunicaciones.
- Plan de Gestión de los Riesgos.
- Plan de Gestión de las Adquisiciones.
- Plan de Gestión de los Interesados.

A continuación, se describen las áreas de conocimiento de la dirección de proyectos, pertenecientes a los grupos de procesos de inicio y planificación bajo lineamientos de la guía PMBOK que deberán tenerse en cuenta y ser evaluadas para el desarrollo del diseño de la metodología del plan para la dirección en proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe).

⁵³ Executive Master Project Management. "Plan de Dirección del Proyecto (PDP) - Una guía sencilla y eficaz,". [En línea]. [27 octubre de 2019]. Disponible en: <https://uv-mdap.com/blog/plan-de-direccion-del-proyecto-2/>.

2.2.3.1 Grupo de Procesos de Inicio.

El propósito de este grupo de procesos es alinear las expectativas de los interesados y el propósito del proyecto, informar a los interesados sobre el alcance y los objetivos y analizar como su participación puede ayudar a asegurar el cumplimiento de sus expectativas. Dentro de los procesos de inicio se define el alcance inicial y se comprometen los recursos financieros iniciales, se identifican los interesados internos y externos que van a interactuar y ejercer alguna influencia sobre el resultado global del project. Esta información se registra en el acta de constitución del proyecto y en el registro de interesados. Cuando se aprueba el acta de constitución del proyecto, éste se considera oficialmente autorizado⁵⁴.

Tabla 2. Grupos de procesos de inicio y áreas de conocimiento

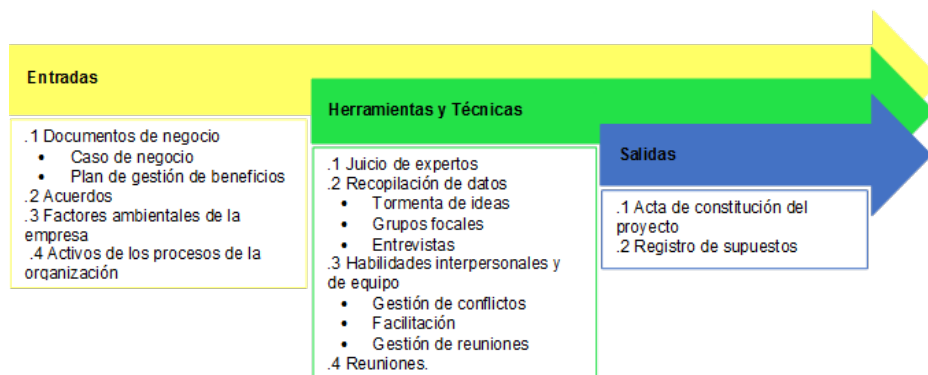
Áreas de Conocimiento	Grupo de Procesos de Inicio
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto
13. Gestión de los Interesados del Proyecto.	13.1 Identificar a los Interesados

Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 1. Pág. 25.

- **Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto.**

“El beneficio clave de este proceso es que proporciona un vínculo directo entre el proyecto y los objetivos estratégicos de la organización, crea un registro formal y muestra el compromiso de la organización con el proyecto”⁵⁵.

Figura 8. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Acta de Constitución.



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 4. Pág. 75.

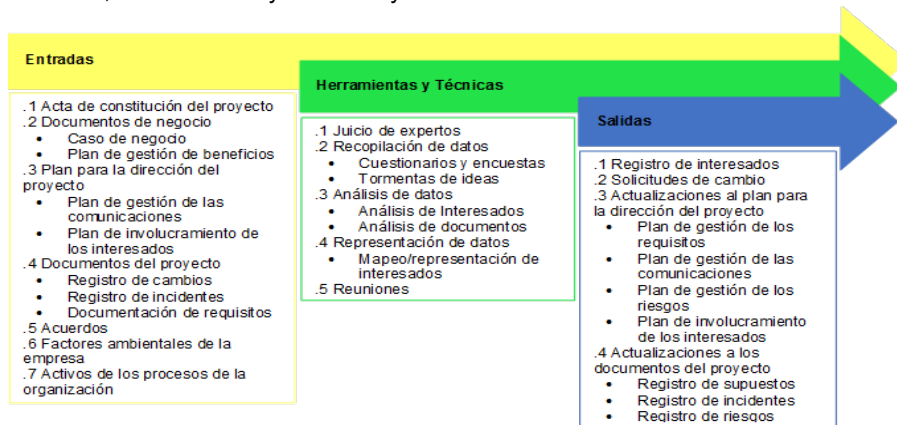
⁵⁴ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 561.

⁵⁵ *Ibid.*, p. 563.

- **Identificar a los Interesados**

“El beneficio clave de este proceso es que permite al equipo del proyecto identificar el enfoque adecuado para el involucramiento de cada interesado o grupo de interesados”⁵⁶.

Figura 9. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Identificación de Interesados.



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 13. Pág. 507.

2.2.3.2 Grupo De Procesos De Planificación

“El beneficio clave de este Grupo de Procesos consiste en definir la línea de acción para completar con éxito el proyecto o fase. Cuando se gestiona correctamente el Grupo de Procesos de Planificación, resulta mucho más sencillo conseguir la aceptación y la participación de los interesados. Estos procesos expresan cómo se llevará esto a cabo y establecen la ruta hasta el objetivo deseado”⁵⁷.

“La inadecuada planeación de un proyecto causa pérdidas económicas, retrasos en la entrega de los proyectos y debilita la imagen institucional, por lo que debe planearse de tal forma que garantice las expectativas de calidad, costo y tiempo asegurando de esta manera el éxito del mismo”⁵⁸. El grupo de procesos de planificación es el que mayor cantidad de procesos abarca. A continuación, se relacionan los procesos que se aplicaran en el diseño de la metodología del presente trabajo:

⁵⁶ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 563.

⁵⁷ *Ibid.*, p. 565.

⁵⁸ ROMERO, María. Propuesta Metodológica para la Planificación de Proyectos Informáticos Bajo el Estándar PMI. En: Revista Politécnica ISSN 1900-2351. Vol., 10. No 18 (Ene-Jun. 2014); p. 57.

Tabla 3. Grupos de procesos de planificación y áreas de conocimiento.

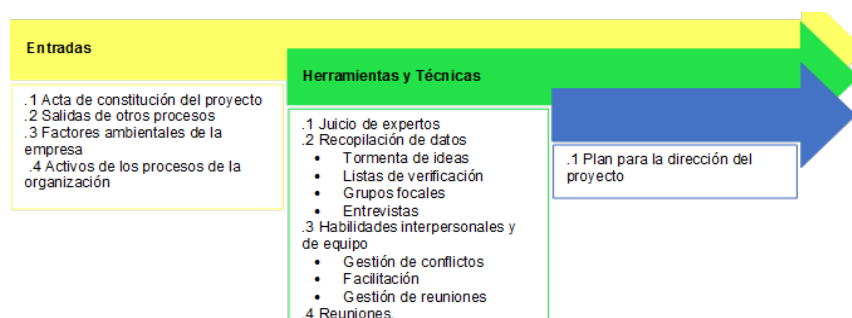
Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de Planificación
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto
5. Gestión del Alcance del Proyecto	5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS
6. Gestión del Cronograma del Proyecto	6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma
7. Gestión de los Costos del Proyecto	7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto
8. Gestión de la Calidad del Proyecto	8.1 Planificar la Gestión de Calidad
9. Gestión de los Recursos del Proyecto	9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades
10. Gestión de las comunicaciones del Proyecto	10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto	11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto	12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones
13. Gestión de los Interesados del Proyecto.	13.2 Planificar el Involucramiento de los interesados.

Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 1. Pág. 25.

- **Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto.**

“El beneficio clave de este proceso es la producción de un documento que define la base para todo el trabajo del proyecto y el modo en que se realizara el trabajo. Las necesidades del proyecto determinan que componentes del plan para la dirección del proyecto y que documentos del proyecto son necesarios”⁵⁹.

Figura 10. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Plan para la Dirección



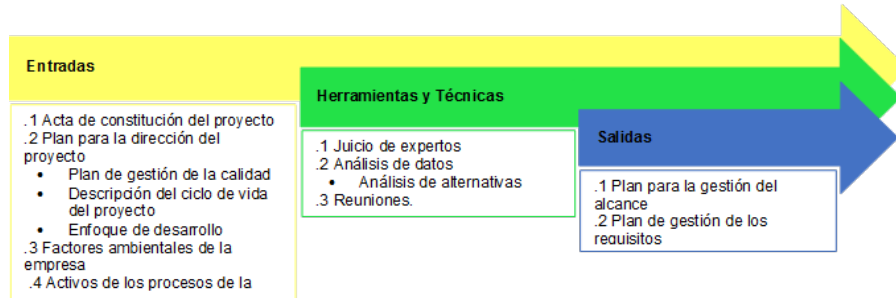
⁵⁹ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 567.

Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 4. Pág. 82.

- **Planificar la Gestión del Alcance**

“El beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionara el alcance a lo largo del proyecto”⁶⁰.

Figura 11. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Gestión del Alcance

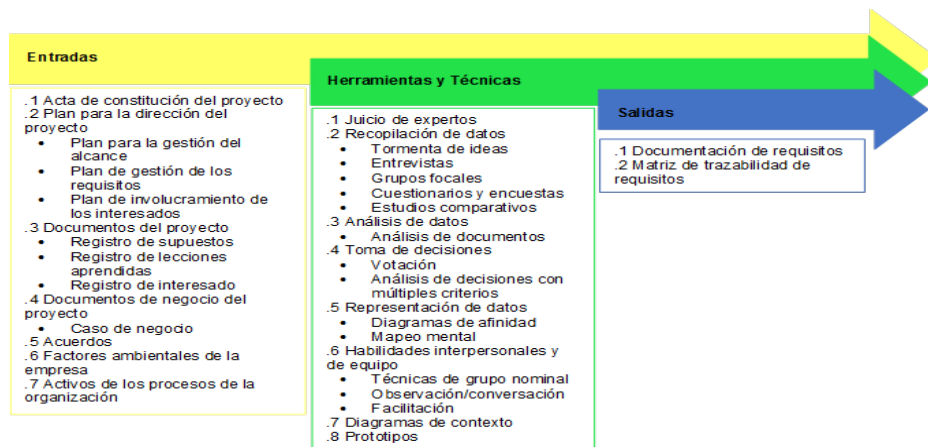


Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 5. Pág. 134.

- **Recopilar Requisitos**

“Es el proceso de determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona la base para definir el alcance del producto y el alcance del proyecto”⁶¹.

Figura 12. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Recopilar Requisitos



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 5. Pág. 138.

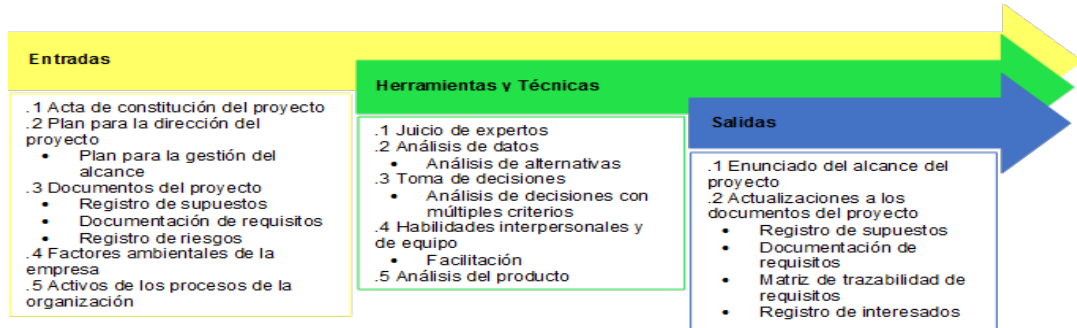
⁶⁰ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 567.

⁶¹ Ibid., p.578.

- **Definir el alcance**

“Es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto. El beneficio clave de este proceso es que describe los límites del producto, servicio y los criterios de aceptación”⁶².

Figura 13. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Definir el Alcance

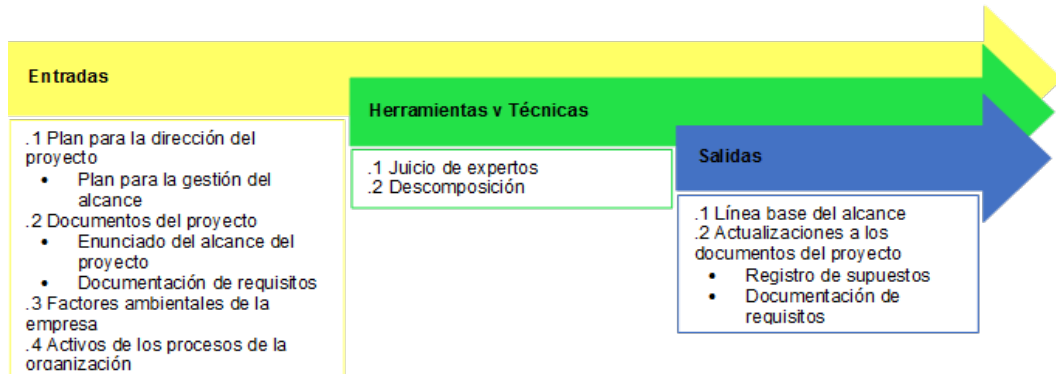


Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 5. Pág. 150.

- **Crear la EDT/WBS**

“Es el proceso de subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar. El beneficio clave de este proceso es que proporciona un marco de lo que se debe entregar”⁶³.

Figura 14. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Crear la EDT/WBS



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 5. Pág. 156.

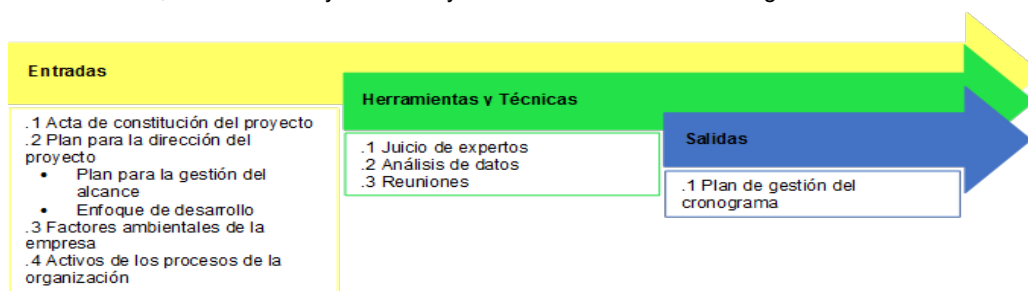
⁶² Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 569.

⁶³ *Ibid.*, p.570.

- **Planificar la Gestión del Cronograma**

“Es el proceso de establecer las políticas, procedimientos y documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona una guía y dirección sobre cómo se gestionara el cronograma a lo largo proyecto del proyecto”⁶⁴.

Figura 15. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Gestión del Cronograma

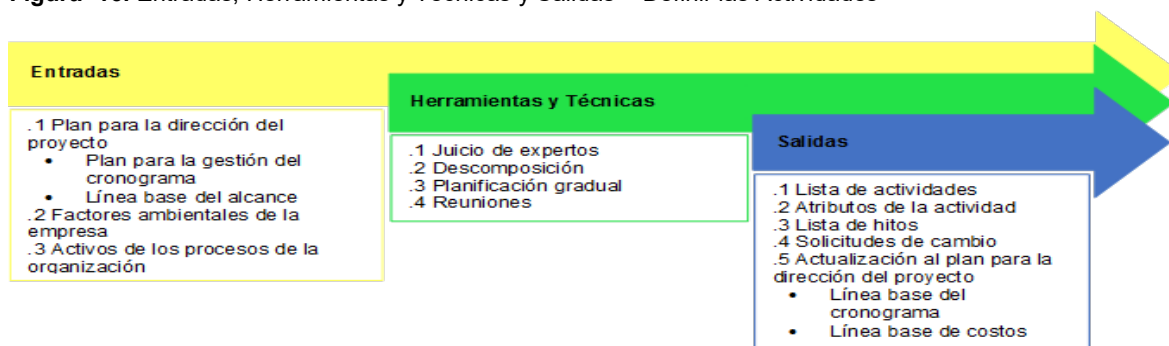


Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 6. Pág. 179.

- **Definir las Actividades**

“Es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que descompone los paquetes en actividades del cronograma que proporcionan una base para la estimación, programación, ejecución, monitoreo y control del trabajo del proyecto”⁶⁵.

Figura 16. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Definir las Actividades



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 6. Pág. 183.

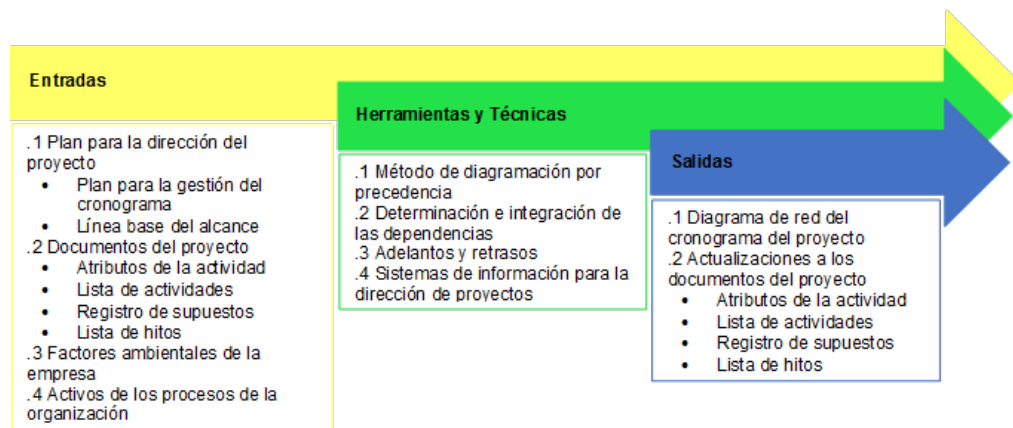
⁶⁴ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 571.

⁶⁵ Ibid., p.572.

- **Secuenciar las Actividades**

“Es el proceso de establecer las políticas, procedimientos y documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona una guía y dirección sobre cómo se gestionara el cronograma a lo largo proyecto del proyecto”⁶⁶.

Figura 17. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Secuenciar las Actividades.



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 6. Pág. 187.

- **Estimar los Recursos de las Actividades**

“Es el proceso de estimar el tipo y las cantidades de materiales, personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad. El beneficio clave de este proceso es que identifica el tipo, cantidad y características de los recursos necesarios para completar la actividad, lo cual permite estimar costos y duración de manera más precisa”⁶⁷.

- **Estimar la Duración de las Actividades**

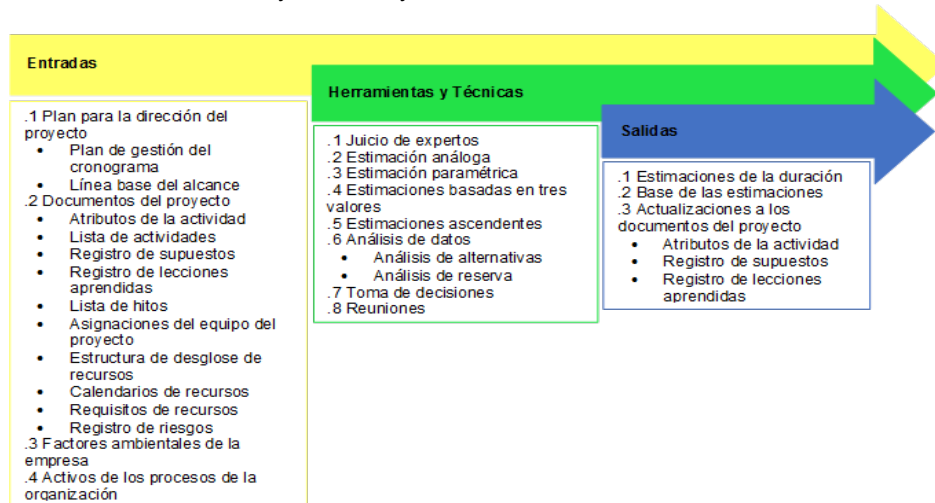
“Es el proceso de establecer aproximadamente la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar actividades individuales con los recursos estimados. El beneficio clave de este proceso es que proporciona la cantidad de tiempo necesario para finalizar cada una de las actividades, lo cual constituye una entrada fundamental del proceso Desarrollar el Cronograma”⁶⁸.

⁶⁶ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 573.

⁶⁷ *Ibid.*, p.574.

⁶⁸ *Ibid.*, p.574.

Figura 18. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Duración de las Actividades.

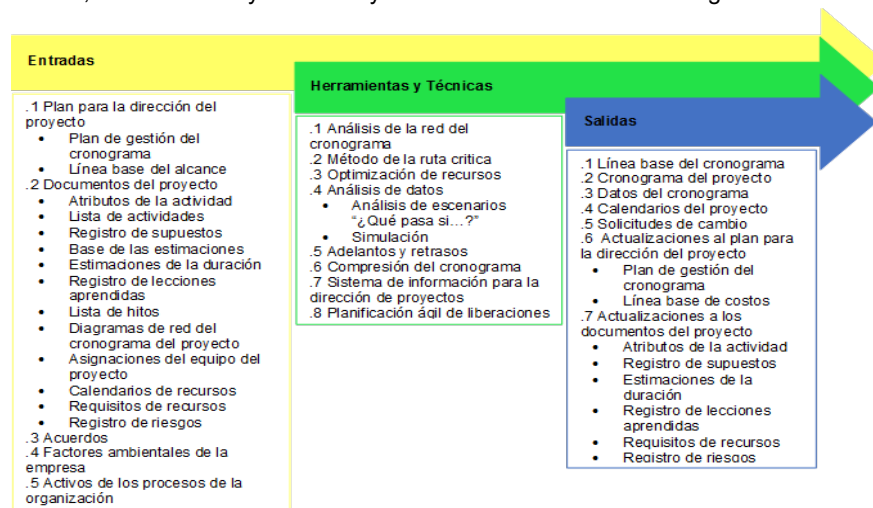


Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 6. Pág. 195.

- **Desarrollar el Cronograma**

“El beneficio clave de este proceso es que, al incorporar actividades del cronograma, duraciones, recursos, disponibilidad de los recursos y relaciones lógicas a la herramienta de planificación, se genera un modelo de cronograma con fechas planificadas para completar las actividades del proyecto”⁶⁹.

Figura 19. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Desarrollar el Cronograma



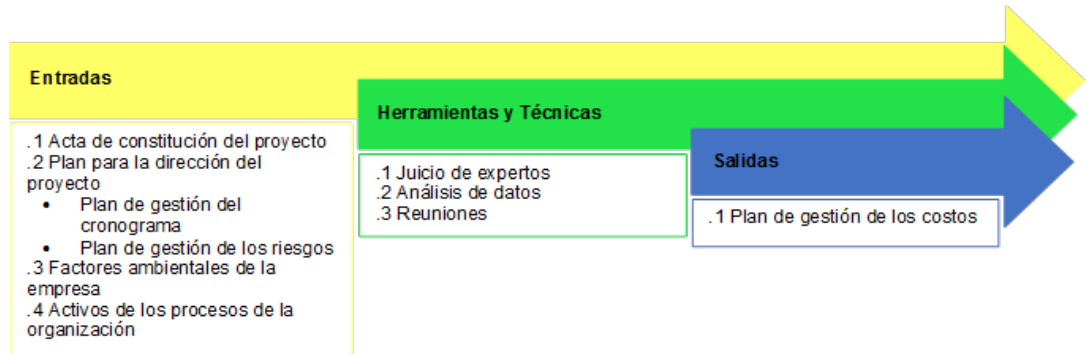
Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 6. Pág. 205.

⁶⁹ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 575.

- **Planificar la Gestión de los Costos**

“Es el proceso que establece las políticas, los procedimientos y la documentación para planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costos del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona orientación e indicaciones sobre cómo se gestionarán los costos del proyecto a lo largo del proyecto”⁷⁰.

Figura 20. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Gestión de los Costos

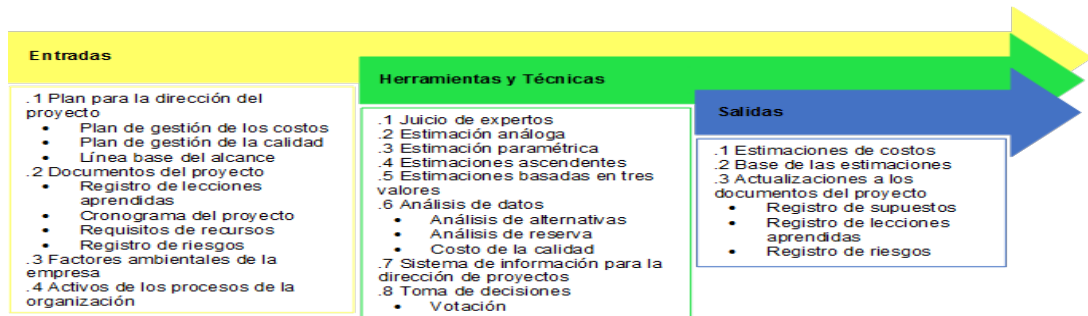


Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 7. Pág. 235.

- **Estimar los Costos**

“Es el proceso de desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que determina el monto de los costos requeridos para completar el trabajo del proyecto”⁷¹.

Figura 21. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Estimar los Costos



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 7. Pág. 240.

⁷⁰ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 577.

⁷¹ Ibid., p. 577.

- **Determinar el Presupuesto**

“Es el proceso de sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada. El beneficio clave de este proceso es que determina la línea base de costos con respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto”⁷².

- **Planificar la Gestión de Recursos**

“Es el proceso por el cual se identifican y documentan en el marco de un proyecto los roles, responsabilidades, habilidades requeridas y relaciones de reporte dentro de un proyecto, además de crear el plan de gestión de personal. El beneficio clave de este proceso es que establece los roles y responsabilidades dentro del proyecto, los organigramas del proyecto y el plan de gestión de personal, incluyendo el cronograma para la adquisición y posterior liberación del personal”⁷³.

Figura 22. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Planificación Gestión de Recursos



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 9. Pág. 312

- **Planificar la Gestión de los Riesgos**

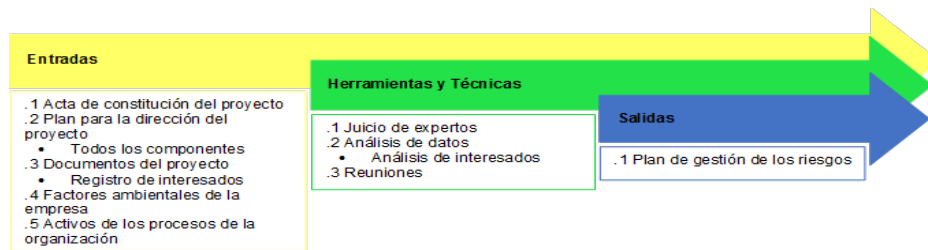
“El beneficio clave de este proceso es que asegura que el nivel, el tipo y la visibilidad de gestión de riesgos son acordes tanto con los riesgos como con la importancia del proyecto para la organización”⁷⁴.

⁷² Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p.578.

⁷³ *Ibid.*, p.581.

⁷⁴ *Ibid.*, p.585.

Figura 23. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Planificar la Gestión de los Riesgos

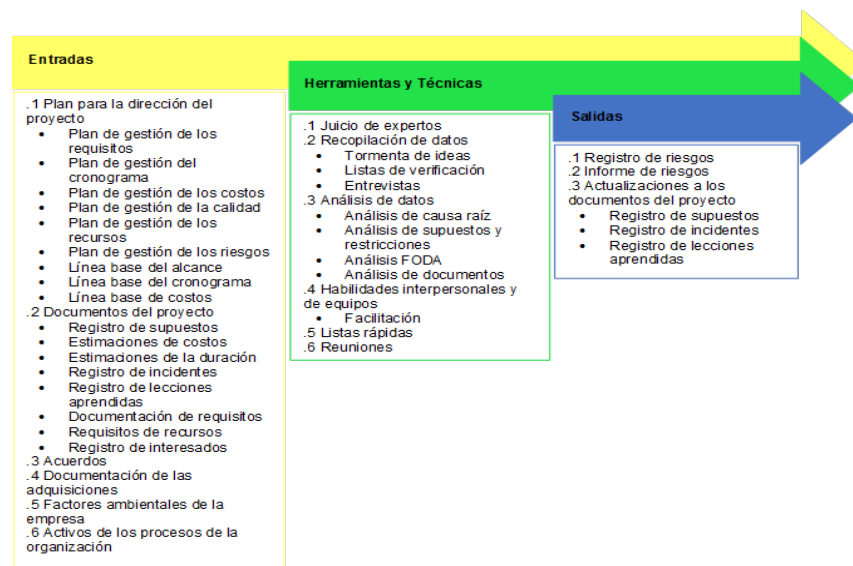


Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 11. Pág. 401

- **Identificar los Riesgos**

“El beneficio clave de este proceso es la documentación de los riesgos existentes y el conocimiento y la capacidad que confiere al equipo del proyecto para anticipar eventos”⁷⁵.

Figura 24. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Identificar los Riesgos



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 11. Pág. 409.

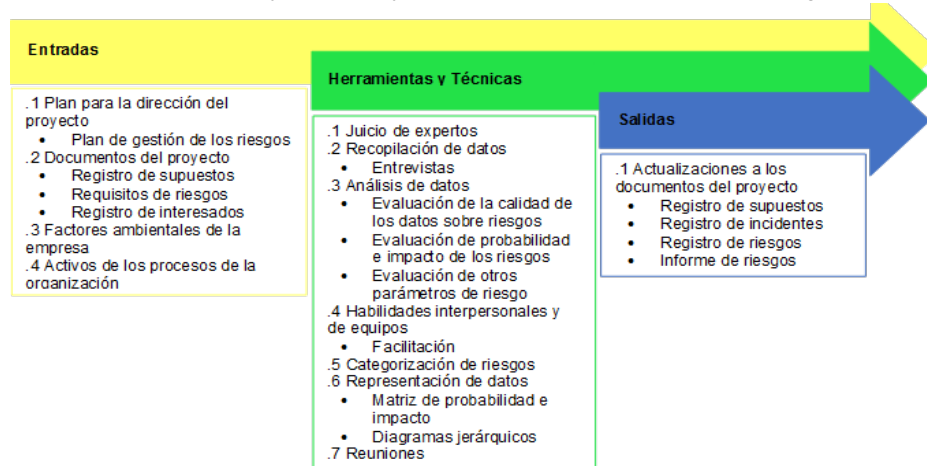
- **Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos**

“Es el proceso de priorizar riesgos para análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos. El beneficio

⁷⁵ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p.586.

clave de este proceso es que permite a los directores de proyectos reducir el nivel de incertidumbre y concentrarse en los riesgos de alta prioridad”⁷⁶.

Figura 25. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Análisis Cualitativo de Riesgos

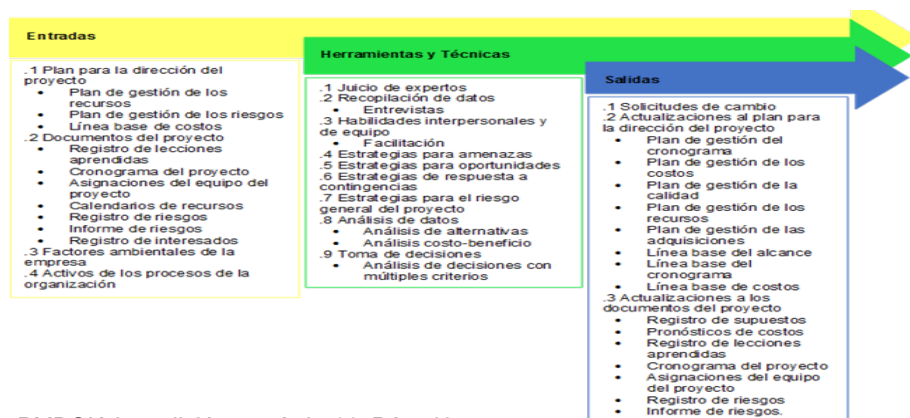


Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 11. Pág. 419.

- **Planificar la Respuesta a los Riesgos**

“El beneficio clave de este proceso es que aborda los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, el cronograma y el plan para la dirección del proyecto, según se requiera”⁷⁷.

Figura 26. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas – Planificar Respuesta a los Riesgos



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 11. Pág. 437.

⁷⁶ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p.588.

⁷⁷ Ibid., p.590.

- **Planificar la Gestión de los Interesados**

“Es el proceso de desarrollar estrategias de gestión adecuadas para lograr la participación eficaz de los interesados a lo largo del ciclo de vida del proyecto, con base en el análisis de sus necesidades, intereses y el posible impacto en el éxito del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona un plan claro y ejecutable para interactuar con los interesados del proyecto y respaldar los intereses del mismo”⁷⁸.

El plan para la dirección del proyecto y los documentos del proyecto, desarrollados como salidas del Grupo de Procesos de Planificación, explorarán todos los aspectos del alcance, tiempo, costos, calidad, comunicaciones, recursos humanos, riesgos, adquisiciones y gestión de los interesados.

2.3 MARCO JURÍDICO

2.3.1 Marco Jurídico Nacional

- **Constitución política de Colombia:**
Artículo 366: Son finalidades sociales del Estado el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población, siendo objetivo fundamental de su actividad la solución de saneamiento ambiental y de agua potable.
- **Ley 80 de 1993, 1150 de 2007 y Decreto 1510 de 2013:** marco legal de Contratación Pública en Colombia, normas que establecen los procedimientos para contratar y las modalidades de selección del contratista.⁷⁹
- **Ley 99 de 1993:** por la cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA y se dictan otras disposiciones;
Artículo 1: Principios Generales Ambientales. Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial.
- **Ley 142 del 11 de julio de 1994:** Regulación de los Servicios Públicos Domiciliarios.

⁷⁸ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p.594

⁷⁹ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Manual de Contratación. Versión 5. Bogotá. DNP. 2019.

- **Ley 689 del 28 de agosto de 2001:** Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994.
- **Decreto 314 del 15 de agosto de 2006:** Por el cual se adopta el Plan Maestro del Sistema de Acueducto y Alcantarillado para Bogotá.
- **Decreto 302 del 25 de febrero de 2000:** Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.
- **RESOLUCIÓN 1166 de junio del 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial:** “Por la cual se expide el Reglamento Técnico que señala los requisitos técnicos que deben cumplir los tubos de acueducto, alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias y sus accesorios, que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado”.
- **RAS:** Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Resolución 0330 de 2017 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio).
- **Empresa de Acueducto de Bogotá**
 - **NS – 038:** Manual de manejo de impacto ambiental urbano.
 - **NS – 058:** Aspectos técnicos para la investigación y calificación de redes de alcantarillado con equipo CCTV.
 - **NS – 061:** Aspectos técnicos para la rehabilitación de redes y estructuras de alcantarillado.
 - **NS – 150:** Consideraciones de diseño en la técnica de tubería curada en sitio (CIPP).
 - **NS – 151:** Sondeo y limpieza de redes y estructuras de alcantarillado.
 - **NS – 152:** Consideraciones de construcción en la técnica de tubería curada en sitio (CIPP).
 - **NP – 110:** Materiales del tubo de revestimiento y de resinas en la tecnología tubería curada en sitio (CIPP).

2.3.2 Otras Normas

Se relaciona a continuación algunas normas internacionales que se tienen en cuenta en varios aspectos en la elaboración de normas nacionales:

- En ISO 11298: Sistemas de tubería de plástico para la renovación de la red de abastecimiento de agua subterránea.
 - Parte 1: General.
 - Parte 3: Alineación con tubos primer ajuste.
- En ISO 11295: Clasificación e información sobre el diseño de sistemas de

- canalización en materiales plásticos utilizados en la renovación
- En ISO 11296: Sistemas de canalización en materiales plásticos para renovación de redes de evacuación y saneamiento enterradas sin presión.
 - Parte 1: Generalidades.
 - Parte 3: Entubado ajustado.
 - Parte 4: Entubado continuo con tubo curado en obra.
 - Parte 7: Entubado con tubos conformados helicoidalmente.
 - En ISO 13566-2: Sistemas de canalización en materiales plásticos para renovación de redes de evacuación y saneamiento enterradas sin presión.
 - En ISO 12889: Puesta en obra sin zanja de redes de saneamiento y ensayos.
 - AWWA M28 Tercera Edición – Rehabilitation of Water Mains.
 - ASTM F1216-09: Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Inversion and Curing of a Resin-Impregnated Tube.
 - ASTM F1743: Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by Pulled-in-Place Installation of Cured-In-Place Thermosetting Resin Pipe.
 - ASTEE 3R2014: Método de diseño CIPP Francés.
 - ATV M127-2 Método de diseño CIPP Alemán.
 - WRc SRM Type II – Método de diseño Inglés.

2.4 MARCO GEOGRÁFICO

Este proyecto de grado y estudio se desarrolla en la ciudad de Bogotá D.C, con el objetivo de tener una metodología del plan para la dirección de proyectos que incluyen la rehabilitación de redes con tecnología CIPP (Cured in place pipe), debido al aumento de la contratación de entidades pública y privadas empleando esta tecnología. Por lo cual el presente documento está enmarcado dentro de los límites de la ciudad.

Tabla 4. Información Geográfica General – Bogotá

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Departamento	Cundinamarca
Extensión	Área total de 1776 km ² Área urbana de 307 km ² .
Localidades	20
Barrios	1922
Zona Horaria	GTM (-5)
Moneda	Pesos colombianos
Clima	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura media anual: 14.0° C • Temperatura máxima media anual: 19.9° C • Temperatura mínima media anual: 8.2° C

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Clima	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura mínima absoluta: 5.2° C • Precipitación media anual: 1.013 mm. • Presión atmosférica: 752 milibares. • Humedad relativa media anual: 72% • En la ciudad se presenta escasa lluvia en enero, febrero, junio, julio, agosto y septiembre; y lluvias fuertes en marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre. Sin embargo, se presentan variaciones en estos períodos de lluvia debido a los fenómenos climatológicos ocurridos en los últimos tiempos.
Organización Territorial	La ciudad de Bogotá se encuentra situada en la Sabana de Bogotá, enmarcada por los cerros Monserrate y Guadalupe y por el río Bogotá al occidente.
Limites	<ul style="list-style-type: none"> • Norte: Municipio de Chía. • Oriente: Cerros Orientales y los Municipios de La Calera, Choachí, Ubaque, Chipaque, Uñe y Gutiérrez. • Sur: Departamentos del Meta y Huila. • Occidente: Río Bogotá y Municipios de Cabrera, Venecia, San Bernardo, Arbeláez, Pasca, Sibaté, Soacha, Mosquera, Funza y Cota.
Ubicación Geográfica de Colombia	Latitud Norte 4°35'56"57 Longitud Oeste de Greenwich 74°04'51"30

Fuente: Características de Bogotá⁸⁰.

⁸⁰ Universidad Distrital Francisco José de Caldas. "Bogotá características". [En línea]. [19 octubre de 2019]. Disponible en: <https://www1.udistrital.edu.co/universidad/colombia/bogota/caracteristicas/>.

Figura 27. Ubicación Geográfica – Bogotá.



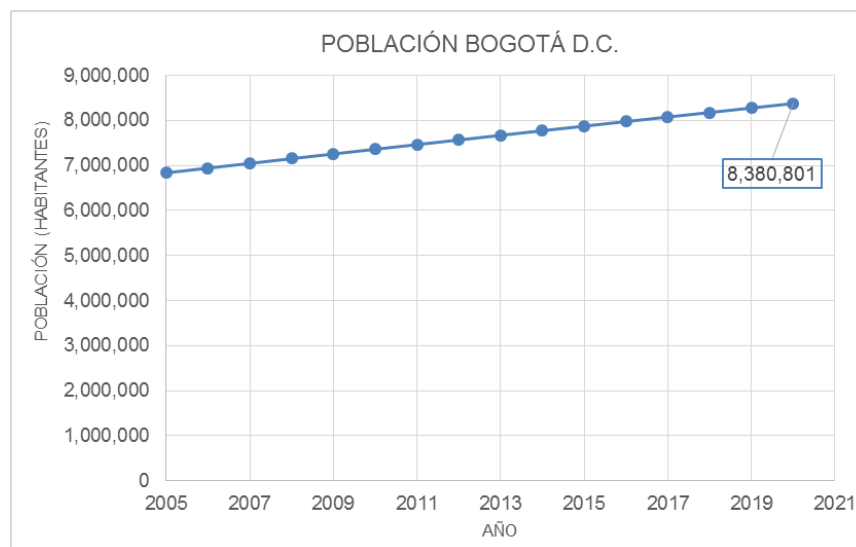
Fuente: <https://www.google.com/maps>

2.5 MARCO DEMOGRÁFICO

Bogotá D.C., para el año 2018 cuenta con una población total de 7.181.469 personas efectivamente censadas según datos del DANE⁸¹, en la figura 35 se muestra el crecimiento poblacional de la ciudad desde el año 2005 y su proyección hasta el 2020.

⁸¹ DANE. "Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 - Colombia". [En línea]. [28 octubre de 2019]. Disponible en: https://sitios.dane.gov.co/cnpv/#!/cua_som.

Figura 28. Crecimiento Poblacional de Bogotá (2005 – 2020)



Fuente: Elaboración propia, con base en datos del DANE⁸²

2.5.1 Estructura poblacional

Según las cifras preliminares del Censo en Bogotá existen en el 2018 un 6,5% más de habitantes que en el censo de 2005 (6'740.859), es decir, apenas 440.610 personas más. Como se evidencia en la figura 36 entre el 2005 y el 2018 la pirámide poblacional demuestra que el crecimiento de los habitantes se da a un ritmo cada vez más lento, donde la ciudad tiene una tendencia hacia el envejecimiento⁸³.

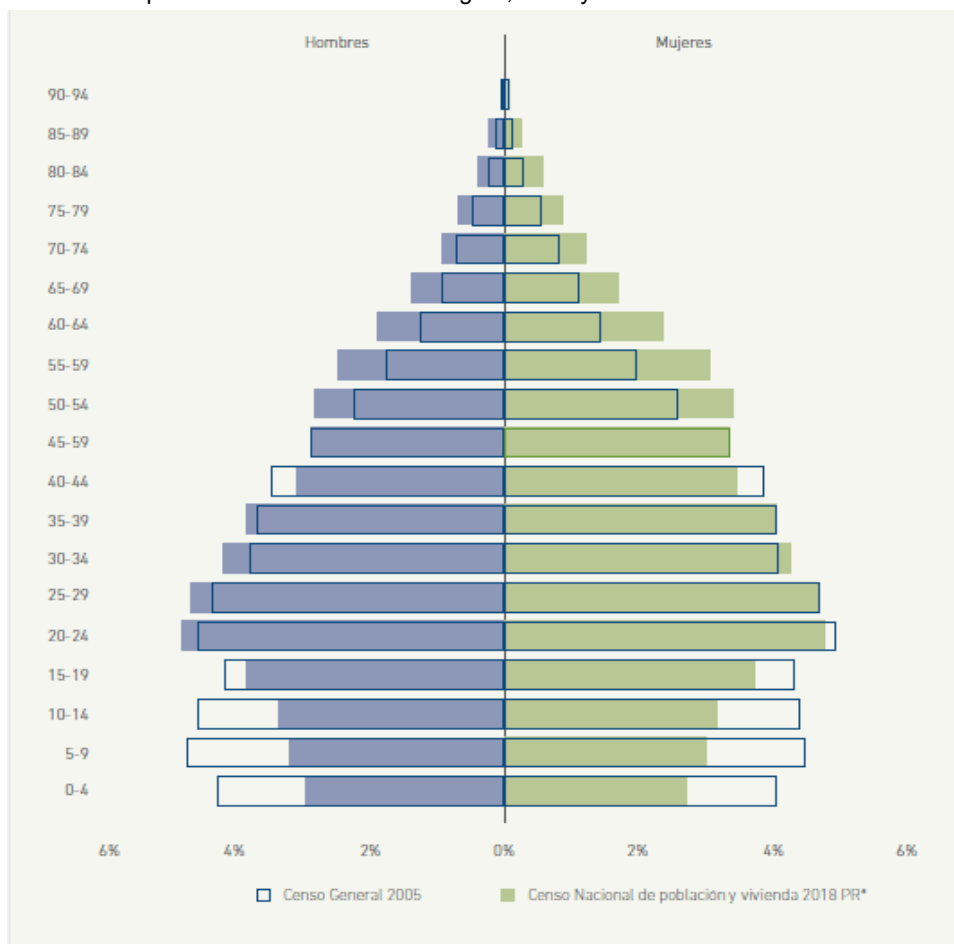
“El 47,8% de la población son hombres y el 52,2% mujeres, es decir, por cada 100 mujeres que residen en Bogotá hay 91 hombres. Durante el año 2018, el 40% de la población se concentra en las localidades de Suba (15,4%, con 1'083.302 hab.), Kennedy (13,7%, con 960.797 hab.) y Engativá (10,9%, con 764.774 hab.), situación que ha permanecido casi sin variación frente a 2005”⁸⁴.

⁸² DANE. “Estimaciones y Proyecciones de población”. [En línea]. [28 octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

⁸³ Orostegui Omar, Uribe Daniel, y Aldana, Adriana. Informe de Calidad de vida en Bogotá 2018. En: Bogotá cómo vamos. (Agosto 2019); p. 11-12.

⁸⁴ *Ibíd.*, p. 14.

Figura 29. Pirámide poblacional intercensal en Bogotá, 2005 y 2018.



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. Censos y demográfica. Pr. Resultados preliminares⁸⁵.

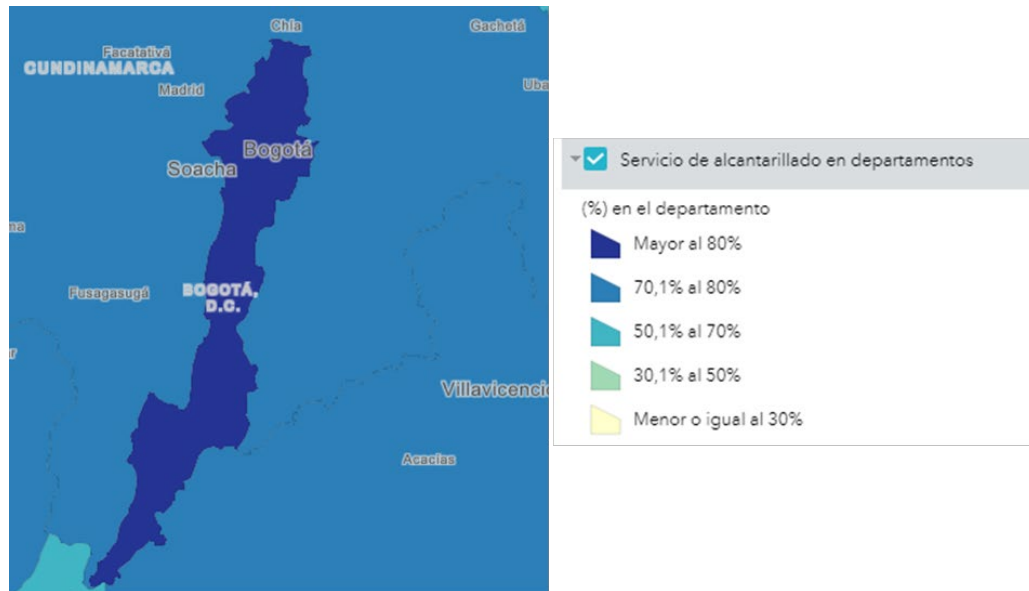
2.5.2 Servicios Públicos – Alcantarillado

Bogotá cuenta con un porcentaje de servicio de alcantarillado de 99,16%, en cabeceras municipales de 99,31% y en centros poblados y rurales dispersos de 27,67%. Donde se presenta una variación en cobertura de 1,24% en comparación del año 2005 al 2018⁸⁶.

⁸⁵ Orostegui Omar, Uribe Daniel, y Aldana, Adriana. Informe de Calidad de vida en Bogotá 2018. En: Bogotá cómo vamos. (agosto 2019); p. 12.

⁸⁶ DANE. “Servicios públicos”. [En línea]. [28 octubre de 2019]. Disponible en: <https://dane.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=2749922ca5f8469db9990986c02b1b93>

Figura 30. Servicio de alcantarillado en Bogotá.



Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 – Colombia⁸⁷

En 2018 existen 2'523.519 viviendas, 43,2% más que en el censo de 2005 (1'762.685), evidenciando un aumento de 532.126. En 2018, las localidades que concentran el 40% de las viviendas en Bogotá son: Suba (15,8%, con 362.671), Kennedy (13,2%, con 301.820) y Engativá (11%, con 251.465). En contraste, el menor número de viviendas se presenta en las localidades de: Sumapaz (0,1%, 2.660), Candelaria (0,3%, 7.333) y Antonio Nariño (1,0%, 23.688)⁸⁸.

2.6 ESTADO DEL ARTE

Para la elaboración del presente trabajo de grado se tomaron como referencias estudios relacionados con las temáticas tratadas y resultados esperados, los cuales podemos dividir en dos grupos.

1. Estudios relacionados con la implementación de nuevas tecnologías sin zanja para la rehabilitación de redes de alcantarillado, tabla 5.

⁸⁷ DANE. “Servicios públicos”. [En línea]. [28 octubre de 2019]. Disponible en: <https://dane.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=2749922ca5f8469db9990986c02b1b93>

⁸⁸ Orostegui Omar, Uribe Daniel, y Aldana, Adriana. Informe de Calidad de vida en Bogotá 2018. En: Bogotá cómo vamos. (Agosto 2019); p. 14.

Tabla 5. Implementación de Nuevas Tecnologías sin Zanja – Rehabilitación de Redes de Alcantarillado.

TÍTULO DEL TRABAJO	AUTORES DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	FECHA DE PUBLICACIÓN, INSTITUCIÓN, CIUDAD
EVALUACIÓN Y PERSPECTIVAS DE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA EN REDES DE ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ	Jorge Andrés Pinzón Abaunza	Establecer la utilización de las tecnologías sin zanja en redes de alcantarillado de Bogotá y su potencial de aplicación en los próximos 10 años	2011, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá Colombia
ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS TRENCHLESS EN BOGOTÁ	Guillermo Alonso Barbosa Hortua	Dar a conocer estas tecnologías y sus ventajas, documentar el procedimiento y análisis previo a la implementación de las diferentes herramientas Trenchless, teniendo como parámetro su uso actual en nuestra ciudad, bajo el planteamiento de agrupar estas herramientas en dos grupos; las herramientas de mantenimiento e inspección, y las herramientas de rehabilitación y construcción.	2013, Universidad Católica De Colombia, Bogotá Colombia
METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA PARA LA REHABILITACIÓN DE REDES TRONCALES DE ALCANTARILLADO.	Carlos Andrés Pupo González	Investigar acerca de las diferentes obras y técnicas que se utilizan para la rehabilitación y el mejoramiento de la operatividad de las redes troncales de alcantarillado, describiendo sus características y funcionamiento, ventajas y desventajas, que conduzcan al planteamiento de un esquema metodológico para el diseño de las obras de ingeniería que se utilizan cuando es necesario mejorar y adecuar los sistemas troncales de alcantarillado.	2014, Escuela Colombiana De Ingeniería, Bogotá Colombia
CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIÓN DE REHABILITAR O RENOVAR LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA CON EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL SECTOR "URDESA", EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL	Mazzini Mite Néstor Rubén Torres Ortiz Carlos Ricardo	Realizar un trabajo estructurado y racional, que nos permita obtener una matriz de decisiones, que agrupe los criterios, para así poder escoger la tecnología apropiada y aplicable a nuestro medio, cuando se requiera la rehabilitación o renovación de uno o varios tramos del sistema de alcantarillado de guayaquil, en base al trabajo de investigación realizado a un sector piloto (urdesa).	2015, Universidad Católica De Santiago De Guayaquil, Guayaquil Ecuador

Fuente: Elaboración propia.

2. Estudios relacionados con las buenas prácticas gerenciales y el plan para la dirección de proyectos según el PMBOK, tabla 6.

La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos PMBOK es una base sobre la que las organizaciones pueden construir metodologías, políticas, procedimientos, reglas, herramientas y técnicas del ciclo de vidas necesarias para la práctica de la dirección de proyectos⁸⁹. Su primera edición fue publicada en 1987, la segunda versión entre 1996-2000, la tercera versión fue publicada en 2004, la cuarta versión en 2008, la quinta edición en 2013 y la Sexta edición en marzo de 2018. Cuenta con 47 procesos divididos por áreas del conocimiento y grupos de procesos, busca la implementación de buenas prácticas gerenciales, basándose en el logro de tres objetivos principales: Alcance, Tiempo y Costo⁹⁰.

Se han desarrollado trabajos de grado afines con la implementación de las buenas prácticas gerenciales descritas por el PMBOK en el sector de la construcción, algunos de los documentos relacionados con el tema y empleados para el desarrollo del presente trabajo son:

Tabla 6. Implementación de Buenas Prácticas Gerenciales – PMBOK.

TÍTULO DEL TRABAJO	AUTORES DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	FECHA DE PUBLICACIÓN, INSTITUCIÓN, CIUDAD
ELABORACIÓN DE UN MODELO PARA LA PLANEACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE CONTRATOS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS BAJO LA GUÍA METODOLÓGICA P.M.I. (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE)	José Luis Guzmán Arteaga	Elaborar un proyecto de modelo por medio de la metodología PMI (Project Management Institute) para la planeación de la ejecución de contratos de construcción de obras públicas integrando las funciones básicas a las exigencias de los pliegos de condiciones establecidas por el estado.	2013, Universidad De Medellín, Medellín Colombia
PLAN METODOLÓGICO BAJO LA GUÍA PMI DE LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN, MONITOREO Y CONTROL DE LA COMPAÑÍA EPYC A LTDA.	Bermúdez Calle Diego Alexander Zapata Ramos Lina Carolina Vargas Aponte Cesar Fabián Terreros Hidalgo Jeimi Katterine	Diseñar un plan metodológico, de acuerdo a los lineamientos de la guía PMI, en las áreas de conocimiento alcance, cronograma, costos y riesgos para los procesos de planificación, ejecución, monitoreo y control de la constructora EPYC a Ltda.	2018, Universidad Católica De Colombia, Bogotá Colombia

⁸⁹ Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. p. 02.

⁹⁰ Bojacá Silvia y Tengonó Diego. Diseño de la metodología para el desarrollo de los procesos gerenciales de la empresa consultoría e imagen SAS, gestión de los interesados, gestión del alcance y gestión de integración de proyectos, estructurado desde la guía PMBOK. Bogotá, 2018, p. 51. Trabajo de grado (Especialización en Gerencia de Obra). Universidad Católica de Colombia. Facultad de ingeniería.

<p>EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL TIEMPO BAJO LA GUÍA PMBOK® 5TA EDICIÓN PARA MÉTODO SPR DE REHABILITACIÓN DE TUBERÍA SIN ZANJA VS MÉTODO CONVENCIONAL DE REHABILITACIÓN DE TUBERÍA</p>	<p>Nelson Ferney Estrada Gonzalez Cristian Leonardo Forero Fajardo</p>	<p>Desarrollar el estudio comparativo de la gestión del tiempo mediante la guía PMBOK® (5ta edición) entre la rehabilitación de los tramos de tubería para el colector de la quebrada la vieja en Bogotá-Colombia, implementando la tecnología SPR y el método tradicional de rehabilitación de tuberías a zanja abierta.</p>	<p>2018, Universidad Católica De Colombia, Bogotá Colombia</p>
<p>PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA DE GERENCIA DE PROYECTOS PARA LAS PYME DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN MEDIANTE LOS PROCESOS DE INICIO Y PLANIFICACIÓN DE LA GUÍA PMBOK.</p>	<p>Hermes Raul Castillo Pinilla Katherin Lizeth Bohórquez Villamil</p>	<p>Proponer una metodología de gerencia de proyectos para las pyme del sector de la construcción mediante los procesos de inicio y planificación de la guía PMBOK.</p>	<p>2019, Universidad Católica De Colombia, Bogotá Colombia</p>
<p>DISEÑO METODOLÓGICO PARA LA INICIACIÓN, PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS EN LA EMPRESA DUVANA S.A.S</p>	<p>Johanna Paola Guerrero Riascos David Ricardo Méndez Herrera</p>	<p>Desarrollar un diseño metodológico gerencial para la iniciación planificación y ejecución de los proyectos, con base en los lineamientos de la guía PMBOK (6ta edición) para la empresa DUVANA S.A.S, logrando mayor eficiencia y calidad dentro de la gestión de los proyectos.</p>	<p>2019, Universidad Católica De Colombia, Bogotá Colombia</p>

Fuente: Elaboración propia.

3 METODOLOGÍA

3.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

FASE 1: Alcance y revisión de la información.

- Identificar las áreas de conocimiento pertenecientes a los grupos de procesos de inicio y planificación, estipuladas en la guía PMBOK versión 6.
- Estudiar y evaluar el método de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe).
- Escoger las áreas de conocimiento que se evaluarán para la realización del diseño de la metodología del plan para la dirección en proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe).
- Establecer el alcance y limitaciones del proyecto.

FASE 2: Desarrollo del diseño de la metodología del plan para la dirección.

- Recopilar información, características y falencias de proyectos de rehabilitación de redes con tecnología CIPP en Bogotá.
- Diseñar la metodología del plan para la dirección en proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP - bajo lineamientos del PMBOK V6.

FASE 3: Conclusiones y resultados.

- Analizar los resultados obtenidos y beneficios que tendrán las empresas en proyectos de rehabilitación de redes con tecnología CIPP con el diseño de una metodología del plan para la dirección.
- Concluir si la metodología es viable para su implementación en proyectos futuros que realicen la rehabilitación de redes con tecnología CIPP.

3.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Esta investigación se realiza bajo los lineamientos presentes en la guía de los fundamentos de la dirección de proyectos PMBOK versión 6 del Project Management Institute – PMI, aplicando los conocimientos adquiridos en los grupos de procesos de inicio y planificación, junto con reuniones con asesores en la parte técnica y metodológicas del proyecto. Se realizará entrevista a personas conocedoras de la tecnología y su implementación en Colombia con el fin de identificar problemas comunes presentados en la ejecución por la falta de planeación.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Se realizaron investigaciones con entidades públicas competentes en la rehabilitación de tubería con tecnología CIPP (cured in place pipe), además de la Asociación Instituto Colombiano de Tecnologías de Infraestructura Subterránea ICTIS y sus miembros empresariales e individuales pertenecientes que prestan servicios en temas de las tecnologías “Trenchless” con el fin de recopilar la información necesaria para desarrollar el objeto de este proyecto.

Se realizó uso de un diseño descriptivo, es decir, se buscó recolectar información y datos específicos, permitiendo dar respuesta a la problemática presentada.

3.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

3.4.1 Alcance.

El proyecto de investigación en desarrollo tiene como alcance diseñar una metodología guía del plan para la dirección de proyectos que implementen la rehabilitación de redes con tecnología CIPP (Cured in place pipe) identificando y evaluando dentro de los grupos de proceso de inicio y planificación específicamente las áreas de conocimiento de gestión de la integración, gestión del alcance, gestión del cronograma, gestión de los costos, gestión de los recursos, gestión de los riesgos, gestión de las adquisiciones y gestión de los interesados.

Se desarrollará bajo los lineamientos de la guía PMBOK V6 del PMI, junto con la investigación de las características y falencias de proyectos de rehabilitación de redes con esta tecnología. Buscando brindar a directores de proyectos similares una metodología práctica para su implementación, evaluando correctamente los procesos de inicio y planificación sin resultados para los procesos de ejecución,

monitoreo y control y cierre del proyecto, ni aplicación de formatos y metodología diseñada a empresas que desarrollen esta actividad debido a las limitaciones de tiempo además de la falta de información de un proyecto específico que se encuentre en estas etapas.

A continuación, se relacionan dentro de los grupos de proceso de inicio y planificación las áreas de conocimiento y procesos a evaluar en este trabajo.

Tabla 7. Correspondencia entre Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos.

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos	
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupos de Procesos de Planificación
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS
6. Gestión del Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma
7. Gestión de los Costos del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos
13. Gestión de los Interesados del Proyecto.	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los interesados

Fuente: Guía PMBOK 6ta edición, capítulo 1. Pág. 25.

3.4.2 Limitaciones.

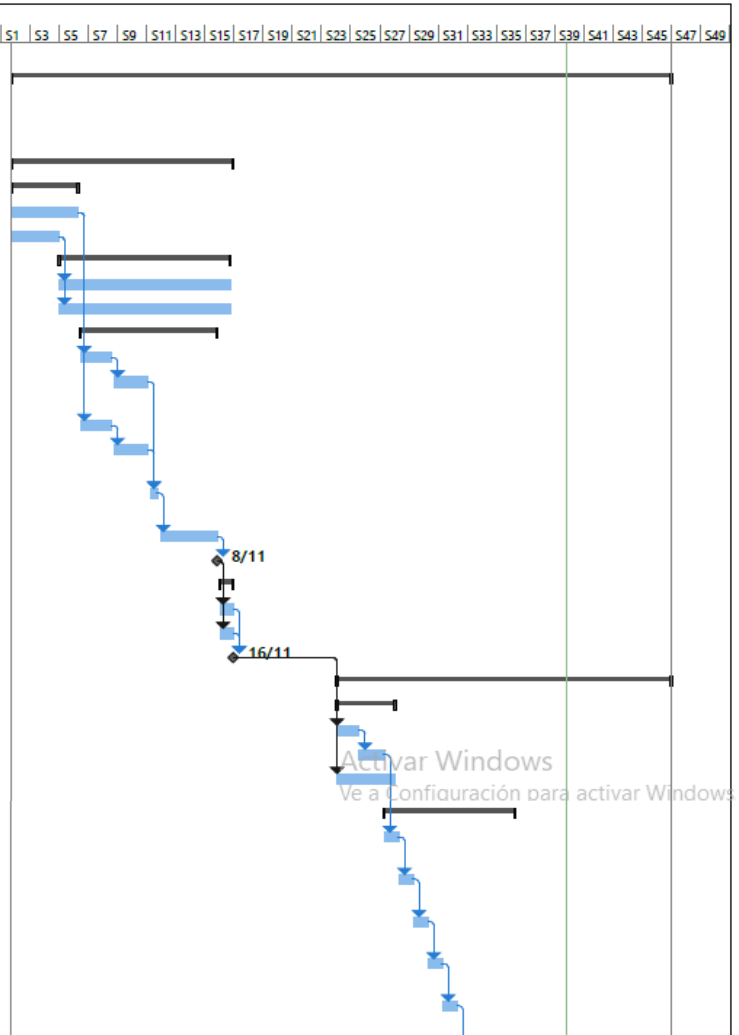
- Dada la importancia de los proyectos de rehabilitación de redes de alcantarillado en Bogotá, no se tenga acceso a información confidencial de problemas que se han presentado en la etapa de ejecución por una mala

evaluación en las etapas de inicio y planificación.

- Acceso a la información de entidades públicas competentes.
- Este proyecto se limita al estudio y evaluación de los grupos de procesos de inicio y planificación, dejando para posteriores investigaciones la evaluación de los grupos de procesos de ejecución, monitoreo y control y cierre.

3.5 CRONOGRAMA

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1					
2		DISEÑO DE METODOLOGÍA DEL PLAN PARA LA DIRECCIÓN EN PROYECTOS DE REHABILITACIÓN SIN ZANJA DE REDES DE ALCANTARILLADO CON TECNOLOGÍA CIPP (CURED IN PLACE PIPE) - BAJO LINEAMIENTOS DEL PMBOK V6	120.25 días	vie 2/08/19	sáb 13/06/20
3		ANTEPROYECTO	40 días	vie 2/08/19	sáb 16/11/19
4		PRELIMINARES	12 días	vie 2/08/19	lun 2/09/19
5		Definición tema del proyecto	12 días	vie 2/08/19	lun 2/09/19
6		Asignación de Asesor de trabajo de grado	8.5 días	vie 2/08/19	sáb 24/08/19
7		ASESORIAS	31 días	dom 25/08/19	jue 14/11/19
8		Asesoría Metodologica	31 días	dom 25/08/19	jue 14/11/19
9		Asesoría Técnica	31 días	dom 25/08/19	jue 14/11/19
10		DOCUMENTO ESCRITO	25 días	mar 3/09/19	vie 8/11/19
11		Lectura y Analisis general guia PMBOK V6	6 días	mar 3/09/19	mié 18/09/19
12		Identificación y estudio Areas de conocimiento y grupos de procesos guia PMBOK V6	6 días	jue 19/09/19	dom 6/10/19
13		Lectura y estudio metodos de rehabilitacion de redes sin Zanja	6 días	mar 3/09/19	mié 18/09/19
14		Estudio y evaluacion método de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe).	6 días	jue 19/09/19	dom 6/10/19
15		Eleccion de areas de conocimiento de los grupos de proceso de inicio y planificación a emplear para el diseño de la metodología	2 días	lun 7/10/19	jue 10/10/19
16		Documento escrito Anteproyecto de Grado	11 días	dom 13/10/19	vie 8/11/19
17		Enviar documento escrito final Anteproyecto	0 días	vie 8/11/19	vie 8/11/19
18		PRESENTACION ANTEPROYECTO	3 días	dom 10/11/19	sáb 16/11/19
19		Ajuste documento escrito Anteproyecto	3 días	dom 10/11/19	sáb 16/11/19
20		Presentacion Exposición Anteproyecto	3 días	dom 10/11/19	sáb 16/11/19
21		Sustentacion Anteproyecto	0 días	sáb 16/11/19	sáb 16/11/19
22		PROYECTO DE GRADO	62.25 días	dom 5/01/20	sáb 13/06/20
23		PRELIMINARES	10 días	dom 5/01/20	dom 2/02/20
24		Ajustes Anteproyecto	4 días	dom 5/01/20	mié 15/01/20
25		Definición entregables del proyecto	4 días	mié 15/01/20	lun 27/01/20
26		Recopilación de información de proyectos de rehabilitación de redes con tecnología CIPP	2 sem.	dom 5/01/20	dom 2/02/20
27		DISEÑO DE LA METODOLOGIA	22.5 días	lun 27/01/20	lun 30/03/20
28		Acta de constitucion en proyectos de rehabilitacion de redes con tecnología CIPP	0.5 sem.	lun 27/01/20	lun 3/02/20
29		Identificación de los interesados en proyectos de rehabilitacion de redes con tecnología CIPP	0.5 sem.	lun 3/02/20	lun 10/02/20
30		Plan para la direccion en proyectos de rehabilitacion de redes con tecnología CIPP	0.5 sem.	lun 10/02/20	lun 17/02/20
31		Plan de gestion del alcance en proyectos de rehabilitacion de redes con tecnología CIPP	0.5 sem.	lun 17/02/20	lun 24/02/20
32		Plan de gestion del cronograma en proyectos de rehabilitacion de redes con tecnología CIPP	0.5 sem.	lun 24/02/20	lun 2/03/20



3.6 PRESUPUESTO

Se presenta el presupuesto requerido para la elaboración del presente proyecto, teniendo en cuenta el personal involucrado directamente en las fases del proyecto junto con herramientas empleadas para la entrega de este.

Tabla 8. Presupuesto global de la propuesta – Personal involucrado (en pesos).

PERSONAL INVOLUCRADO							
INVESTIGADOR/ EXPERTO/ AUXILIAR	FORMACION ACADEMICA	FUNCION EN EL PROYECTO	DEDICACION HORAS/MES	VALOR HORA (\$)	VALOR MENSUAL (\$)	CANTIDAD MESES	VALOR TOTAL (\$)
ING. Edgar Obando	Especialista	ASESOR METODOLÓG ICO	16	40,000	640.000	6	3,840,000
ING. Fernando Poveda	Profesional	ASESOR TÉCNICO	16	30,000	480,000	6	2,880,000
ING. Laura Manrique	Profesional	Investigador	60	11,000	660.000	8	5,280,000
ING. Sebastián Cañas	Profesional	Investigador	60	11,000	660.000	8	5,280,000
TOTAL							17,280,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Presupuesto global de la propuesta – Herramientas Empleadas (en pesos).

HERRAMIENTAS EMPLEADAS			
DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Depreciación equipo (computador portátil) durante el trabajo de grado	600,000	2	1,200,000
Impresiones formatos para seguimiento, documentos generales del proyecto de grado y asesorías metodológicas	5,000	30	150,000
Transporte para asesorías y actividades relacionadas con el trabajo de grado Investigador 1	12,000	48	576,000
Transporte para asesorías y actividades relacionadas con el trabajo de grado Investigador 2	16,000	48	768,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Presupuesto total de la propuesta (en pesos).

TOTAL PRESUPUESTO	\$ 19.974.000
--------------------------	----------------------

Fuente: Elaboración propia

4 PRODUCTOS A ENTREGAR

Los productos a entregar por parte del grupo investigador se basan principalmente en el seguimiento de las buenas prácticas recomendadas por la guía PMBOK del PMI para el diseño del plan para la dirección de proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP.

Entregables del proyecto:

- Documento escrito de revisión y análisis de la información: En el documento del proyecto de grado se escogerán y caracterizarán las áreas de conocimiento a emplear con el fin de diseñar la metodología del plan para la dirección específicamente en los grupos de procesos de inicio y planificación bajo lineamientos del PMBOK en proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP.
- Metodología del plan para la dirección: Documento principal en el que se evaluarán y desarrollarán las áreas de conocimiento escogidas en los grupos de procesos de inicio y planificación bajo lineamientos del PMBOK enfocadas a proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP.
- Formatos para su diligenciamiento con el fin de evaluar los procesos de inicio y planeación incluidos en la metodología.
- Proyecto de grado: Tesis en formato digital y físico del trabajo de investigación realizada para la obtención del título de especialista en gerencia de obras.
- Presentación diapositivas: Presentación resumen del trabajo de grado para sustentación ante jurado.

5 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTOS

5.1 RESULTADOS ESPERADOS

Con la realización del presente trabajo de grado y documento escrito correspondiente, se espera cumplir con el objetivo general y cada uno de los objetivos específicos mencionados, con el fin de obtener resultados favorables que beneficien a las empresas del sector de la construcción interesadas en la ejecución de proyectos de rehabilitación de redes implementando el método CIPP (Cured In Place Pipe) en Colombia, facilitando la toma de decisiones acertadas a partir de la evaluación, desarrollo y análisis de los procesos de inicio y planificación que se deben tener en cuenta siguiendo las buenas prácticas de la gestión de proyectos.

Por medio de la metodología del plan para la dirección desarrollada tomando como base la guía PMBOK V6 en sus procesos de inicio y planificación junto con la recolección de información de ventajas, desventajas y problemas comunes de la implementación de la tecnología CIPP, se espera dar respuesta a la pregunta de investigación planteada y abrir un espacio para futuras investigaciones relacionadas. Además, que este trabajo sea útil para cualquier persona que investigue y quiera conocer los factores a tener en cuenta para lograr el éxito en la ejecución de proyectos de rehabilitación de redes implementando nuevas tecnologías y en especial el método CIPP, aumentando las posibilidades de cumplimiento del alcance en proyectos similares.

5.2 IMPACTO

Que las empresas interesadas en la ejecución de contratos que incluyan la rehabilitación de redes implementando el método CIPP tengan en cuenta en los procesos de inicio y planificación los factores evaluados en este trabajo de grado y utilicen la metodología del plan para la dirección propuesta en sus proyectos como mecanismo de éxito en procesos posteriores de ejecución y cierre. De esta manera se espera un impacto positivo en la ejecución de proyectos de este tipo, minimizando los problemas comunes de incumplimiento en el cronograma y optimizando los recursos para un mejor rendimiento económico del proyecto.

6. DISEÑO DE METODOLOGÍA DEL PLAN PARA LA DIRECCIÓN EN PROYECTOS DE REHABILITACIÓN SIN ZANJA DE REDES DE ALCANTARILLADO CON TECNOLOGÍA CIPP (CURED IN PLACE PIPE)

Reconociendo que el cliente interesado en realizar este tipo de rehabilitaciones en las principales ciudades del país es una entidad pública, como la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), se asume que la empresa que empleara como guía para planeación de alguno de sus proyectos, la metodología de plan para la dirección en proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP propuesta a continuación, tiene en su equipo de trabajo personas con conocimientos relacionados a la contratación pública, específicamente en el marco legal de Contratación Pública en Colombia, normas que establecen los procedimientos para contratar y las modalidades de selección del contratista.⁹¹

Es importante hacer esta aclaración para que el desarrollo del plan para la dirección de cada proyecto a realizar tenga bases sólidas, ya que muchos de los aspectos, supuestos, restricciones y riesgos fundamentales que deben tenerse en cuenta dentro del plan para la dirección con el fin de garantizar el éxito del proyecto y cumplimiento del alcance, tiempo y costo del mismo, se encuentran inclusive desde el momento que surgen los estudios previos y el respectivo proceso de contratación.

A continuación, se presenta la Metodología del Plan para la Dirección en proyectos de rehabilitación de redes con tecnología CIPP en los grupos de procesos y áreas de conocimiento objetos a desarrollar a partir de los lineamientos de la guía PMBOK V6. Este documento, planes y formatos se crean con fines netamente académicos recopilando la información relevante que todo gerente de obras de estas características debe tener en cuenta, buscando que la toma de decisiones se realice de manera adecuada y se tenga certeza en el cumplimiento del alcance, costo y tiempo del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior se evaluarán y desarrollarán siete (7) áreas de conocimiento dentro de los grupos de procesos de inicio y planificación, de las cuales se obtendrán los respectivos formatos incluyendo el instructivo para su diligenciamiento y observaciones respecto a la rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP, como resultado de la metodología e investigación realizada.

⁹¹ Colombia Compra Eficiente. "Síntesis: Etapa precontractual - CCE". [En línea]. [19 febrero de 2020]. Disponible en: <https://sintesis.colombiacompra.gov.co/jurisprudencia/sintesis/12248>

6.1. GRUPO DE PROCESOS DE INICIO.

El grupo de procesos de inicio en proyectos de rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP, se realiza con el fin de identificar los interesados, alcance del proyecto y determinar los objetivos de este.

A continuación, se relación los formatos de la metodología elaborada, con el fin de identificar, evaluar y establecer aspectos diferentes en las dos áreas de conocimiento que componen los procesos de inicio.

Tabla 11. Desarrollo Grupo de Procesos de Inicio.

ÁREAS DE CONOCIMIENTO	GRUPOS DE PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS	
	INICIO	FORMATO
1. Gestión de la Integración del Proyecto	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	1.1.
2. Gestión de los Interesados del Proyecto.	<ul style="list-style-type: none">• Identificar a los Interesados	2.2.

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1. Gestión de la Integración del Proyecto.

• ACTA DE CONSTITUCIÓN

Se presenta en el formato **1.1. ACTA DE CONSTITUCIÓN**, en el cual se evidencian criterios mínimos necesarios a tener en cuenta al momento de evaluar el alcance y objeto de proyectos de rehabilitación de redes de Alcantarillado con tecnología CIPP.

El formato de acta de constitución que se utilizara en la metodología se compone y se diligenciará de la siguiente manera:

- ✓ Descripción del proyecto: En este numeral se debe establecer cuando, donde, cómo y quienes desarrollaran el proyecto.
- ✓ Objetos del proyecto: Establecer metas claras que sirvan para dirigir el trabajo del proyecto teniendo en cuenta los términos de la triple restricción (Alcance,

- Tiempo y Costo).
- ✓ Descripción de las Fases del Proyecto a Alto Nivel: Definir a partir del alcance del proyecto, las fases de planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre.
 - ✓ Finalidad del Proyecto: Describir de forma general lo que se desea alcanzar al culminar el proyecto.
 - ✓ Justificación del Proyecto: Razones y argumentos que justifiquen el desarrollo del proyecto.
 - ✓ Nombramiento del gerente del proyecto: Nombre completo de la persona, nivel de autoridad y nombre de la persona a quien le reporta las actividades, decisiones y resultados obtenidos.
 - ✓ Nombramiento del director del proyecto: Nombre completo de la persona, nivel de autoridad y nombre de la persona a quien le reporta las actividades, decisiones y resultados obtenidos.
 - ✓ Cronograma de hitos del proyecto: Cronograma a gran escala del proyecto en general, principales hitos (representativos), fecha de inicio, fecha de finalización y observaciones.
 - ✓ Organizaciones o grupos organizacionales que intervienen en el proyecto.
 - ✓ Organigrama: que incluya personas del comité de dirección del proyecto, y al equipo de gestión del proyecto.
 - ✓ Principales amenazas.
 - ✓ Principales oportunidades.
 - ✓ Presupuesto preliminar: A gran escala, incluye los hitos representativos del proyecto.
 - ✓ Entregables del proyecto.
 - ✓ Patrocinador o Sponsor del proyecto.
 - ✓ Firmas.

A partir de esta acta de constitución se autoriza el inicio del proyecto.

6.2. GRUPO DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN.

El éxito del proyecto recae en el tiempo invertido y en la evaluación de las áreas de conocimiento dentro del grupo de proceso de planificación, la mala planificación es el principal contribuyente al fracaso del proyecto. El grupo de procesos de planificación en proyectos tiene como fin trazar la estrategia y líneas de acción para completar el proyecto, es decir, definir lo que se quiere conseguir y como se lograra. Es el grupo con mayor número de procesos y único que involucra a las 10 áreas de conocimiento. El proceso de planificación es fundamental para garantizar que el proyecto se complete a tiempo, según el presupuesto y el cronograma.⁹²

Para la metodología propuesta en este trabajo y reconociendo los principales

⁹² McDONALD, Kenneth W. Engineering Management Handbook. Huntsville: American Society for Engineering Management (ASEM), 2016. p.253.

factores que intervienen en la ejecución de proyectos de rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP, se ve la necesidad de identificar, evaluar y establecer aspectos diferentes en las siete (7) áreas de conocimiento escogidas, que componen los procesos de planificación de la siguiente manera:

6.2.1. Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto.

El plan para la dirección del proyecto es el documento formal de toda la planeación, este reúne los planes subsidiarios necesarios y los incorpora en un plan integral, un esfuerzo coherente dirigido a alcanzar los objetivos del proyecto. A partir de este plan se define como será ejecutado, monitoreado, controlado y el cierre del proyecto.⁹³

Para desarrollar la metodología del plan para la dirección en proyectos de rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP, se realizó el plan de gestión subsidiario de cada área de conocimiento escogida, en el cual se indica cómo se debe evaluar e incluye para cada proceso:

- **Entradas:** insumos para el desarrollo del proceso.
- **Instructivo:** pasos para desarrollar el proceso.
- **Colaboradores:** personal mínimo involucrado en el desarrollo del proceso.
- **Herramientas** a utilizar para el desarrollo del proceso
- **Resultados obtenidos** del desarrollo del proceso
- **Observaciones CIPP:** consideraciones y aspectos a tener en cuenta según investigaciones realizadas para la evaluación y obtención de resultados.

A continuación, se relacionan los planes de gestión y formatos de los procesos para cada área de conocimiento escogida dentro de la metodología elaborada:

Tabla 12. Desarrollo Grupo de Procesos de Planificación.

ÁREAS DE CONOCIMIENTO	GRUPOS DE PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS	
	PLANIFICACIÓN	PLANES Y FORMATOS
3. Gestión del Alcance del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la Gestión del Alcance • Recopilar Requisitos • Definir el Alcance • Crear la EDT/WBS 	<p>3.1.</p> <p>3.2.</p> <p>3.3.</p> <p>3.4.</p>

⁹³ McDONALD, Kenneth W. Engineering Management Handbook. Huntsville: American Society for Engineering Management (ASEM), 2016. p.256.

ÁREAS DE CONOCIMIENTO	GRUPOS DE PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS	
	PLANIFICACIÓN	PLANES Y FORMATOS
4. Gestión del Cronograma del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la Gestión del cronograma • Definir las Actividades • Secuenciar las Actividades • Estimar la Duración de las Actividades • Desarrollar el Cronograma 	<p style="text-align: center;">4.1</p> <p style="text-align: center;">4.2</p> <p style="text-align: center;">4.2</p> <p style="text-align: center;">4.2</p>
5. Gestión de los Costos del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la Gestión de los Costos • Estimar los Costos • Determinar el Presupuesto 	<p style="text-align: center;">5.1</p> <p style="text-align: center;">5.2</p>
6. Gestión de los Recursos del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la Gestión de Recursos • Estimar los Recursos de las Actividades 	<p style="text-align: center;">6.1</p> <p style="text-align: center;">6.2</p>
7. Gestión de los Riesgos del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la Gestión de los Riesgos • Identificar los Riesgos • Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos • Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos • Planificar la Respuesta a los Riesgos 	<p style="text-align: center;">7.1</p> <p style="text-align: center;">7.2</p> <p style="text-align: center;">7.2</p> <p style="text-align: center;">7.2</p>
2. Gestión de los Interesados del Proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar el Involucramiento de los interesados 	<p style="text-align: center;">2.1.</p>

Fuente: Elaboración propia.



ACTA DE CONSTITUCIÓN

Código:	
Versión:	
Fecha:	
Elabora por:	
Revisado por:	
Aprobado por:	

Proceso: Iniciar Proyecto 

1.1. ACTA DE CONSTITUCIÓN – PROJECT CHARTER

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Nombre del Proyecto	
Objeto	
Valor	
Plazo	
Código del Proyecto	

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

Concepto	Objetivos	Criterios de éxito
Alcance		
Tiempo		
Costo		

4. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DEL PROYECTO A ALTO NIVEL.

5. FINALIDAD DEL PROYECTO.

6. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

	ACTA DE CONSTITUCIÓN	Código:	
		Versión:	
		Fecha:	
		Elabora por:	
		Revisado por:	
		Aprobado por:	

7. NOMBRAMIENTO DEL GERENTE DEL PROYECTO.

Nombre	
Reportar a	
Nivel de autoridad	

8. NOMBRAMIENTO DEL DIRECTOR DEL PROYECTO.

Nombre	
Reportar a	
Nivel de autoridad	

9. CRONOGRAMA DE HITOS DEL PROYECTO.

Hito	Fecha de Inicio	Fecha de Terminación	Observaciones

10. ORGANIZACIONES O GRUPOS ORGANIZACIONALES QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO.

Organización	Rol que desempeña

11. ORGANIGRAMA.

12. PRINCIPALES AMENAZAS.

13. PRINCIPALES OPORTUNIDADES DEL PROYECTO.

	ACTA DE CONSTITUCIÓN	Código:	
		Versión:	
		Fecha:	
		Elabora por:	
		Revisado por:	
		Aprobado por:	

14. PRESUPUESTO PRELIMINAR.

Tema	Concepto	Valor (\$)

15. ENTREGABLES.

Actividad	Descripción

16. PATROCINADOR QUE AUTORIZA EL PROYECTO.

Nombre	Empresa	Cargo	Fecha

17. FIRMAS.

Gerente del Proyecto.

Coordinador del Proyecto

2.1. PLAN DE INVOLUCRAMIENTO DE LOS INTERESADOS.

El plan de involucramiento de los interesados tiene como objetivo documentar cómo se definirán, se hará seguimiento y control de los interesados del proyecto, cumpliendo los siguientes objetivos:

- ✓ Definir la identificación de las personas, grupos, que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas e impacto en el proyecto que estos tienen.
- ✓ Determinar el desarrollo de las estrategias de gestión adecuadas con el fin de lograr una comunicación eficaz y tener una participación exitosa de los interesados en las decisiones y ejecución del proyecto.

Se define a continuación para cada uno de los procesos a evaluar incluidos en la gestión de los interesados del proyecto las entradas, el instructivo, colaboradores, herramientas y resultados que deben tenerse en cuenta, seguir y ser utilizados. Además de esto se incluirán observaciones específicas en cada proceso respecto a proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe).

2.1.1. IDENTIFICAR A LOS INTERESADOS.

Personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectadas por cualquier decisión, actividad o resultado del proyecto deben ser identificadas con el fin de desarrollar estrategias y determinar medios de comunicación, logrando así la participación eficaz de los interesados en las decisiones y ejecución del proyecto. Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

2.1.1.1. ENTRADAS.

Son insumos para el desarrollo de este proyecto:

- **Acta de constitución del proyecto:** identifica la lista de interesados del proyecto, además muestra los requisitos de alto nivel que tienen los interesados.

- **Plan para la dirección de proyecto:** en este plan se incluye el Plan de gestión de las comunicaciones y el Plan de involucramiento de los interesados.
- **Documentos del proyecto:** la identificación de interesados se realiza a lo largo de todo el proyecto y se plasman en documentos como lo son: registro de cambios, registro de incidentes y documentación de requisitos.

2.1.1.2. INSTRUCTIVO.

Para elaborar la identificación de los interesados del proyecto se seguirá la estructura planteada en el formato a diligenciar **2.1. MATRIZ DE INTERESADOS**, sección registro de interesados, de la siguiente manera:

- ✓ **Nombre:** completo del interesado.
- ✓ **Organización:** a la que pertenece o para la que elabora cada uno de los interesados.
- ✓ **Rol:** que desarrolla dentro de la organización a la que pertenece.
- ✓ **Contacto:** correo electrónico, teléfono y dirección de contacto.
- ✓ **Expectativas:** principales o alto nivel que tengan del proyecto.

2.1.1.3. COLABORADORES.

Para el proceso de identificación de interesados del proyecto deben estar involucrados:

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.
- Coordinador financiero.
- Coordinador de mercado.

2.1.1.4. HERRAMIENTAS.

Para la identificación de los interesados se usarán las diferentes herramientas mencionadas en la guía PMBOK V6:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta con conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil, de la tecnología y demás áreas técnicas, basados en proyectos con características similares.
- **Habilidades interpersonales y de equipo:** a partir de la experiencia del coordinador de proyectos en gerencia de proyectos los cuales actuarán como facilitadores y con apoyo del equipo de proyecto ayudará a definir de una forma más acertada este proceso.
- **Representación de datos:** a partir de la identificación de los interesados se realizará la matriz de poder - interés para identificar la prioridad de cada uno.
- **Reuniones:** se realizarán reuniones con los interesados para documentar los requisitos de cada uno de ellos.
- **Entrevistas:** se realizarán entrevistas con cada uno de los interesados para conocer sus expectativas y requisitos del proyecto.

2.1.1.5. RESULTADO.

Este proceso tendrá como resultado la identificación y registro de interesados, con información básica de cada uno de ellos. Lo que facilitará la adecuada planeación de involucramiento de los mismos.

2.1.1.6. OBSERVACIONES CIPP.

Ejemplo de interesados en proyectos de rehabilitación de redes de Alcantarillado con tecnología CIPP:

- ✓ Usuarios
- ✓ Afectados.
- ✓ Contratante.
- ✓ Contratista.
- ✓ Supervisión.
- ✓ Organizaciones.
- ✓ Interventoría.

Identificación de algunos interesados obtenidos a partir de experiencia de proyectos realizados de estas características, cabe aclarar que no son los únicos interesados, el número y registro puede aumentar cuanto más riguroso sea el proceso de identificación.

Tabla 13. Identificación interesados – Tecnología CIPP.

ORGANIZACIÓN	ROL
Empresa Contratante - EAAB	Gerente General
Empresa Contratante - EAAB	Gerente Jurídica
Empresa Contratante - EAAB	Gerente Corporativa Planeamiento y Control
Empresa Contratante - EAAB	Gerente Corporativa Financiera
Empresa Contratante - EAAB	Gerente Corporativa Gestión Humana y Administrativa
Empresa Contratante - EAAB	Gerente Corporativa Sistema Maestro
Empresa Contratante - EAAB	Gerente Corporativa Servicio al Cliente
Empresa Contratante - EAAB	Gerente Corporativa Ambiental
Empresa Contratante - EAAB	Gestión Social
Consultoría	Especialista en Desarrollo de Tecnologías Nuevas
Contratista – Interventoría	Sponsor
Contratista – Interventoría	Director de Oficina de Gestión de proyectos (PMO)
Contratista – Interventoría	Gerente del Proyecto
Contratista – Interventoría	Representante Legal
Contratista – Interventoría	Coordinador del proyecto
Contratista – Interventoría	Director de Obra
Contratista – Interventoría	Especialista en Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo
Contratista – Interventoría	Especialista en Gestión Ambiental
Contratista – Interventoría	Especialista en Gestión Social
Contratista – Interventoría	Especialista en Hidráulica
Contratista – Interventoría	Especialista en Calidad
Contratista – Interventoría	Especialista en Tránsito y Transporte
Contratista – Interventoría	Jefe Jurídico
Contratista – Interventoría	Recursos Humanos
Contratista – Interventoría	Finanzas
Sector Central	Secretaría Distrital de Movilidad
Comunidad	Presidente Junta de Acción Comunal
Comunidad	Vecinos
Comunidad	Veeduría Ciudadana

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2. PLANIFICAR EL INVOLUCRAMIENTO DE LOS INTERESADOS.

La satisfacción de los interesados debe gestionarse como un objetivo del proyecto, el gerente del proyecto debe conocer y buscar la manera de manejar las expectativas de todos los interesados, y caracterizar a cada uno según el interés en la ejecución del proyecto y el nivel de poder que tenga en cualquier decisión a tomar. Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

2.1.2.1. ENTRADAS.

Los siguientes son los insumos para el desarrollo de este proceso:

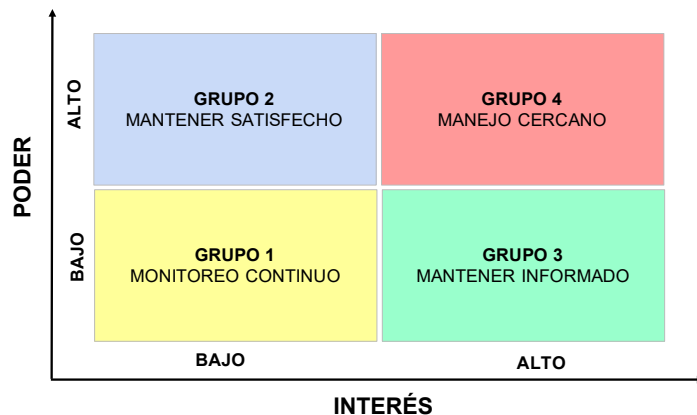
- **Documentos del proyecto:** documentos como el registro de interesados, registro de supuestos y riesgos.
- **Project Charter:** contiene información sobre los objetivos, el propósito, y los criterios de éxito del proyecto que pueden ser considerados al planificar cómo comprometer a los interesados.
- **Plan de Gestión del Alcance:** con la línea base del alcance, se definen los entregables del proyecto, se puede de allí identificar a los interesados del mismo.

2.1.2.2. INSTRUCTIVO.

Para planificar el involucramiento de los interesados se continuará con el diligenciamiento del formato **2.1. MATRIZ DE INTERESADOS**, sección clasificación de la siguiente manera:

1. Después de identificar a la persona se debe clasificar cada uno, según el interés en la ejecución del proyecto (bajo o alto) y el nivel de poder que tenga en cualquier decisión a tomar (bajo o alto).
2. Matriz Poder-Interés:

Figura 31. Matriz Poder – Interés...



Fuente: Elaboración propia.

3. Estrategia para ganar apoyo y reducir obstáculos:

- ✓ **GRUPO 1** (Interés: bajo, Poder: bajo): monitorear, pero no molestar con excesiva comunicación.
- ✓ **GRUPO 2** (Interés: bajo, Poder: alto): mantenerlos satisfechos, pero no tanto que terminen cansados con tantos mensajes.
- ✓ **GRUPO 3** (Interés: alto, Poder: bajo): mantener adecuadamente informados, conversaciones con ellos para asegurarse de que no estén surgiendo asuntos importantes.
- ✓ **GRUPO 4** (Interés: alto, Poder: alto): manejo cercano, comunicación permanente y satisfacer sus necesidades.

4. Definir la estrategia para ganar apoyo y reducir obstáculos de cada interesado, a partir de la matriz Poder-Interés.

2.1.2.3. COLABORADORES.

Para el proceso de planificar el involucramiento de los interesados del proyecto deben estar involucrados:

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.
- Coordinador financiero.
- Coordinador de Mercado.

2.1.2.4. HERRAMIENTAS.

Para planificar el involucramiento de los interesados del proyecto se usarán las diferentes herramientas:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta con conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil, de la tecnología y demás áreas técnicas, basados en proyectos con características similares.
- **Habilidades interpersonales y de equipo:** a partir de la experiencia del coordinador de proyectos en gerencia de proyectos los cuales actuarán como facilitadores y con apoyo del equipo de proyecto ayudará a definir de una forma más acertada este proceso.

- **Representación de datos:** se utilizará el modelo de análisis Matriz de Poder - Interés de los Stakeholder con respecto al proyecto.
- **Reuniones:** se realizarán reuniones con los interesados para documentar los requisitos de cada uno de ellos.
- **Entrevistas:** se realizarán entrevistas con cada uno de los interesados para conocer sus expectativas y requisitos del proyecto.

2.1.2.5. RESULTADO.

De este proceso se tendrá como resultado:

- ✓ **Plan de involucramiento de los interesados:** donde se identifica las estrategias y acciones requeridas para promover el compromiso de los interesados en la toma y ejecución de decisiones del proyecto.

3.1. PLAN PARA LA GESTION DEL ALCANCE.

El plan para la gestión del alcance tiene como objetivo documentar cómo será definido, validado y controlado el alcance del proyecto, el desarrollo de este plan comienza con el análisis de la información contenido en el acta de constitución, los objetivos de este plan son:

- ✓ Definir como se recopilarán los requisitos de los interesados con el fin de tener congruencia entre los objetivos de estos y los objetivos del proyecto incluyendo requerimientos claves.
- ✓ Definir el alcance del proyecto paso a paso, con un nivel de detalle superior.
- ✓ Determinar la forma como se va a desarrollar la EDT (estructura de desglose de trabajo) y su diccionario incluyendo todo lo necesario para cumplir el alcance del proyecto.

Se define a continuación para cada uno de los procesos a evaluar incluidos en la gestión del alcance las entradas, el instructivo, colaboradores, herramientas y resultados que deben tenerse en cuenta, seguir y ser utilizados para obtener la línea base del alcance del proyecto. Además de esto se incluirán observaciones específicas en cada proceso respecto a proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe).

3.1.1. **RECOPILAR LOS REQUISITOS.**

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

3.1.1.1. **ENTRADAS.**

- **Planes del proyecto:** se debe tener en cuenta el plan para la gestión del alcance, plan para la gestión de los requisitos, plan para el involucramiento de los interesados.
- **Documentos del proyecto:** para este proceso se debe tener en cuenta los registros de supuestos, lecciones aprendidas y registro de los interesados.
- **Project Charter:** este documento muestra la justificación y propósito del proyecto, descripción de supuestos, requisitos y restricciones a alto nivel.

3.1.1.2. INSTRUCTIVO.

Para la recopilación de requisitos se seguirán los siguientes pasos:

1. Usar la lista de los interesados identificados inicialmente en el acta de constitución, para definir los que participarán en la recopilación de requisitos.
2. Emplear la lista de interesados diligenciados en el **2.1. REGISTRO DE INTERESADOS**, se deben involucrar los interesados que pertenezcan al grupo 2 y grupo 4 según la matriz poder – interés.
3. Usar el acta de constitución para explicar el marco básico del proyecto a los interesados que se requiera involucrar. Se debe preguntar a estos por sus requerimientos.
4. Diligenciar el formato **3.2. RECOPIACIÓN DE REQUISITOS**, de la siguiente manera:
 - **Interesado:** nombre y cargo del interesado.
 - **Requisito:** nombre del requisito y número de identificación del requisito.
 - **Comentario:** descripción breve del requisito y que espera del mismo.
 - **Propuesta:** forma en que el equipo de proyecto tratará este requisito y la prioridad en el proyecto.
 - **Acuerdo:** forma en que el interesado aceptará que se incluya o no el requisito en el proyecto.
5. Analizar los requerimientos documentados en el formato. Identificar los aspectos del alcance del proyecto que son claros (todos los involucrados están de acuerdo), no son claros (interesados no conocen exactamente qué necesitan o desean), o controversiales (interesados tienen opiniones diferentes y conflictivas).
6. En lo posible realizar la preparación de una propuesta de definición del alcance para los aspectos no-claros y controversiales.
7. Discutir los puntos con los interesados claves. Encontrar y documentar los acuerdos.

3.1.1.3. COLABORADORES.

Para el proceso de recopilación de requisitos del proyecto deben estar involucrados:

- Sponsor.
- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.

3.1.1.4. HERRAMIENTAS.

Para la recopilación de requisitos se usarán las diferentes herramientas mencionadas en la guía PMBOK V6:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta con conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil de la tecnología y demás áreas técnicas.
- **Recopilación de datos:** por medio de entrevistas con cada uno de los interesados del proyecto, donde se preguntará sobre los requisitos esperados del proyecto y se alimentará el formato de recopilación de requisitos.
- **Representación de datos:** por medio de diagramas de afinidad se analizarán los requisitos para conocer cuáles son los representativos en el alcance.
- **Toma de decisiones:** para este proceso es necesario contar con una reunión de toma de decisiones por medio de votación para definir qué requisitos se incluirán en la línea base del alcance - equipo de proyecto.

3.1.1.5. RESULTADO.

El resultado de este proceso es la identificación y definición de los diferentes requisitos claves que serán incluidos en el alcance, requisitos de los interesados de mayor prioridad y la forma como esperarán ser tratados en el proyecto.

3.1.1.6. OBSERVACIONES CIPP:

Los siguientes son requisitos claves de los principales interesados según experiencia de este tipo de proyectos, sin ser los únicos, ya que pueden aumentar cuanto más riguroso sea el proceso de identificación e involucramiento de interesados:

- Tiempo de ejecución.
- Cumplimiento alcance.
- Costo del proyecto.
- Según pliegos de condiciones y principios de la contratación pública.
- Movilidad y plan de manejo de tránsito.
- Cumplimiento de diseños.

- Calidad de materiales.
- Ensayos a la tubería rehabilitada.
- Cumplimiento de normas y procesos de la empresa contratada (NS de la EAAB) y normas internacionales (ASTM-F1216-09).
- Personal calificado.
- Capacitación en la tecnología.
- Cumplimiento de normas ambientales.

3.1.2. ELABORAR EL ENUNCIADO DEL ALCANCE.

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

3.1.2.1. ENTRADAS.

- **Acta de Constitución del proyecto:** este documento muestra la justificación y propósito del proyecto, descripción de supuestos, requisitos y restricciones a alto nivel.
- **Planes del proyecto:** se debe tener en cuenta el plan para la gestión de la calidad y cómo influenciará en el alcance del proyecto.

3.1.2.2. INSTRUCTIVO.

Para elaborar el enunciado o definir el alcance del proyecto se debe diligenciar la información presente en el formato **3.3. ENUNCIADO DEL ALCANCE** de la siguiente manera:

- **Justificación y Objetivos:** definir justificación del proyecto (Justificación), Explicar los objetivos del proyecto de forma medible (Objetivo General, Objetivos Específicos).
- **Mayores beneficios:** resultados que se esperan con la ejecución del proyecto teniendo en cuenta, ahorros de costos, reducción de esfuerzos, ahorro en tiempo, mejora de procesos, mejora de seguridad comparados con procesos convencionales de rehabilitación.
- **Requisitos claves:** para satisfacer las necesidades del cliente, cumplir con los objetivos planteados, contratos, pliegos de condiciones, normas,

especificaciones u otros documentos. Se debe identificar y describir los requisitos claves a nivel detallado, en forma específica y medible.

- **Características claves:** propiedades físicas, químicas, energéticas que son distintivas del producto y/o que describen su singularidad.
- **Descripción detallada del alcance:** describir lo que se va a realizar en el proyecto, en que consiste, los productos principales y fases si las tiene. Toma como base el alcance definido en el acta de constitución.
- **Entregables claves:** se debe documentar los entregables claves junto con sus características, productos entregables intermedios y finales que se generan como parte del proyecto.
- **Exclusiones del proyecto:** enunciar los elementos, productos, entregables, procesos, procedimientos y servicios que son conocidos y no hacen parte del proyecto. Al identificar y establecer estas exclusiones se evitan interpretaciones erróneas por parte de los interesados del proyecto.
- **Supuestos del proyecto:** enunciar y describir los factores del proyecto que se consideran verdaderos, reales o ciertos. Identifique y documente supuestos a nivel de Recursos, presupuesto, tiempo, infraestructura, comienzo y fin deseados.
- **Restricciones del proyecto:** enunciar y describir los factores que limitan o afectan el rendimiento de actividades o del proyecto. Identifique y documente restricciones a nivel de Recursos, presupuesto, tiempo, infraestructura, comienzo y fin deseados.
- **Criterios de aceptación de los entregables y responsables:** especificaciones o requisitos de rendimiento, funcionalidad que deben cumplirse antes que el cliente acepte el producto del proyecto en conceptos técnicos, calidad, administrativos, comerciales y sociales.

En el enunciado del alcance se definirá los criterios de aceptación de los entregables del proyecto, evaluando con los interesados cuáles serán los parámetros mínimos en los cuales se recibirá a satisfacción cada uno de los entregables y cómo se formalizará esta aceptación, la cual deberá ser por medio de acta firmada.

3.1.2.3. COLABORADORES.

Para el proceso de definir el alcance del proyecto deben estar involucrados:

- Sponsor.
- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.

3.1.2.4. HERRAMIENTAS.

Para definir el alcance se usarán las diferentes herramientas mencionadas en la guía PMBOK V6:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta con conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil de la tecnología y demás áreas técnicas.
- **Habilidades interpersonales y de equipo:** a partir de la experiencia del coordinador de proyectos y el director de proyectos los cuales actuarán como facilitadores y con apoyo del equipo de proyecto ayudará a definir de una forma más acertada el alcance.

3.1.2.5. RESULTADO.

De este proceso se tendrá como resultado el documento ENUNCIADO DEL ALCANCE DEL PROYECTO el cual define y describe de manera detallada tanto el proyecto como los productos generados del mismo, describe las exclusiones del alcance, supuestos y restricciones, así como sus criterios de aceptación, también proporcionará actualización a los documentos del proyecto.

3.1.2.6. OBSERVACIONES CIPP.

Características del producto: tener presente especificaciones de los materiales a utilizar, dependiendo de la tubería, cargas, diámetro, varia el espesor de la manga a utilizar

Descripción detallada del alcance: tener en cuenta los diseños previos realizados por la consultoría respectiva en delimitación de los tramos a intervenir y los posibles métodos a emplear, revisando que este incluido para la rehabilitación por CIPP todas las actividades mencionados en el plan de gestión del cronograma.

Para cumplir con el alcance del contrato sin afectar el costo total ni tiempo de ejecución, desde el inicio no se debe omitir ningún paso en los procesos:

- Rehabilitación de red principal.
- Rehabilitación de domiciliarias.
- Instalación de T-Graff.

Supuestos del proyecto:

- Diámetros de la tubería en sitio corresponden a la base de datos emitidos por la entidad contratante.
- Contar con la totalidad de identificación previa de domiciliarias y conexión a la red principal
- No se existen conexiones erradas o fraudulentas en la red principal de alcantarillado.

Restricciones del proyecto:

las siguientes son restricciones que se deben tener en cuenta al emplear el método de rehabilitación con tecnología CIPP.

- Antes y después de la intervención de un tramo de red de alcantarillado se debe realizar la Inspección con CCTV (Circuito cerrado de televisión).
- La rehabilitación de cualquier tramo de tubería no puede ser realizada con flujo de agua y se debe tener el adecuado manejo de aguas.
- No debe haber obstrucciones (presencia de raíces, acumulación de grasa con sedimentos, desechos, entre todos) presentes en la tubería, antes del inicio de la instalación de la manga.
- Se debe corregir los defectos estructurales en juntas (desalineación de la tubería, desviación de la tubería y separación) antes del inicio de la instalación de manga.

Es importante diligenciar el formato del enunciado del alcance de proyecto siguiendo las instrucciones y teniendo en cuenta las observaciones de CIPP dadas, este documento hace parte de la línea base del alcance establecido en el PMBOK.

3.1.3. CREAR EDT (ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO).

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

3.1.3.1. ENTRADAS.

- **Planes del proyecto:** se debe tener en cuenta el plan para la gestión del alcance el cual define el procedimiento para la creación de WBS.
- **Documentos del proyecto:** para desarrollar la EDT del proyecto se debe tener en cuenta el enunciado del alcance, los documentos de los requisitos (recopilación de requisitos y matriz de trazabilidad de los requisitos).

3.1.3.2. INSTRUCTIVO.

Para elaborar la EDT del proyecto se debe diligenciar un formato único y propio de cada proyecto, se presenta un ejemplo de este proceso en el formato **3.4. CREAR LA EDT – WBS** de la siguiente manera:

1. Comience con el alcance del proyecto. El alcance del proyecto representa el alto nivel de su EDT.
2. Desglose el alcance del Proyecto en componentes más pequeños y manejables.
3. No existe un número exacto o definido de niveles para la EDT. La EDT de un Proyecto puede tener solo 3 (tres) niveles (cuenta de control – paquete de planeación – paquete de trabajo).
4. Continúe la subdivisión hasta que el requerido nivel de detalle es alcanzado. (paquetes de trabajo)
5. Los mismos temas o aspectos no deben ser cubiertos por 2 diferentes paquetes. Todos los paquetes de la EDT en conjunto tienen que cubrir todo el trabajo requerido en el proyecto.

3.1.3.3. COLABORADORES.

Se enumeran los diferentes colaboradores que deben estar involucrados para definir la EDT del proyecto:

- Sponsor.

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.

3.1.3.4. HERRAMIENTAS.

Para definir la EDT del proyecto se usarán las diferentes herramientas:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil, industrial y diseño, y de estructuración financiera del sponsor.
- **Descomposición:** una vez identificado el entregable principal según lo planteado en el enunciado del alcance se procederá a dividir hasta que se llegue a un paquete de trabajo que se pueda estimar y gestionar tiempo y costo.

3.1.3.5. RESULTADO.

El resultado de este proceso será la EDT (Estructura de Desglose de Trabajo) y su respectivo diccionario los cuales descomponen el alcance del proyecto en entregables más pequeños. Con la creación de los entregables se determinará la Línea Base del Alcance y la actualización de los documentos del proyecto.

3.1.3.6. OBSERVACIONES CIPP

Tener presente la identificación de la totalidad de actividades que conformara cada paquete de trabajo.

Se presenta en el formato **3.4. CREAR LA EDT – WBS**, un ejemplo correspondiente a un proyecto de rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP.



ENUNCIADO DEL ALCANCE

3.3. ENUNCIADO DEL ALCANCE

NOMBRE DEL PROYECTO

1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.

- **JUSTIFICACIÓN:**
- **OBJETIVO GENERAL:**
- **OBJETIVO ESPECÍFICO:**

2. MAYORES BENEFICIOS.

3. REQUISITOS CLAVES.

4. CARÁCTERÍSTICAS CLAVES.

5. ENTREGABLES CLAVES.

6. EXCLUSIONES DEL PROYECTO.



ENUNCIADO DEL ALCANCE

7. SUPUESTOS DEL PROYECTO.

- INTERNAS A LA ORGANIZACIÓN.
- AMBIENTALES Y EXTERNAS A LA ORGANIZACIÓN.

8. RESTRICCIONES DEL PROYECTO.

- INTERNAS A LA ORGANIZACIÓN.
- AMBIENTALES Y EXTERNAS A LA ORGANIZACIÓN.

9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DE LOS ENTREGABLES Y RESPONSABLES.

CONCEPTOS	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
<u>Técnicos</u>	
<u>Calidad</u>	
<u>Administrativos</u>	
<u>Comerciales</u>	
<u>Sociales</u>	

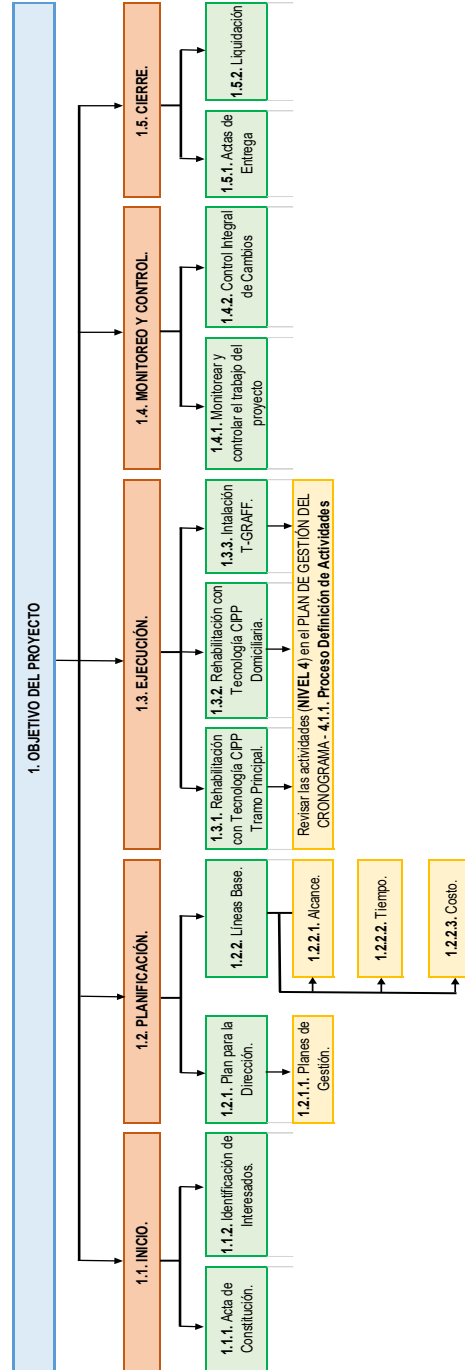
10. APROBACIÓN Y FIRMAS.

Gerente del Proyecto.

Coordinador del Proyecto

3.4. CREAR LA EDT – WBS.

Figura 32. EDT – Proyecto Tecnología CIPP.



Fuente: Elaboración propia.

4.1. PLAN DE GESTION DEL CRONOGRAMA.

Planificar la gestión del cronograma es el proceso de establecer las políticas, los procedimientos y documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto⁹⁴. Los objetivos de este plan dentro del grupo de proceso de planificación son:

- ✓ Definir las actividades del proyecto.
- ✓ Secuencias las actividades del proyecto.
- ✓ Estimar la duración de las actividades del proyecto.
- ✓ Desarrollar el cronograma del proyecto.

Para lograr el cumplimiento de estos objetivos se debe:

- ✓ Definir la metodología y herramienta para programar el desarrollo del proyecto.
- ✓ Definir las unidades de medida.
- ✓ Definir el nivel de exactitud del cronograma.

Se define a continuación para cada uno de los procesos a evaluar incluidos en la gestión del cronograma las entradas, el instructivo, colaboradores, herramientas y resultados que deben tenerse en cuenta, seguir y ser utilizados para obtener la línea base del cronograma del proyecto. Además de esto se incluirán observaciones específicas en cada proceso respecto a proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (Cured in place pipe).

4.1.1. DEFINIR LAS ACTIVIDADES.

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

4.1.1.1. ENTRADAS.

Son insumos para el desarrollo de este proyecto:

- **Planes del proyecto:** se debe tener en cuenta el plan para la gestión del cronograma, línea base del alcance.

⁹⁴ MEJÍA, Iván. VILTARD, Leandro. Un camino unificado hacia el manejo de proyectos. En: Palermo Business Review. Vol.;1. No. 12 (2015); p. 121.

- **Procesos de la organización:** información histórica de proyectos similares, políticas y procedimientos con actividades relacionadas.

4.1.1.2. INSTRUCTIVO.

Para la definición de las actividades del proyecto se seguirán los siguientes pasos:

1. La definición de actividades se elabora de manera simultánea a la EDT, el diccionario de la EDT y la lista de actividades.
2. Cada cuenta de control debe desagregarse a tal punto que permita conocer los paquetes de trabajo y de ahí describir estas actividades relacionadas.
3. Las actividades deben mostrar la secuencia de tareas para poder llevar a cabo el entregable que está ligado al paquete de trabajo.
4. Diligenciar en el formato **4.2. DEFINICIÓN, SECUENCIA Y DURACIÓN DE ACTIVIDADES**, la siguiente información:
 - **Código de la actividad:** número o letra de identificación de la actividad.
 - **Actividad:** nombre de la actividad.
 - **Descripción breve de la actividad.**

4.1.1.3. COLABORADORES.

Para el proceso de Definir las actividades del proyecto deben estar involucrados:

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.

4.1.1.4. HERRAMIENTAS.

Para la definición de las actividades se usarán las diferentes herramientas mencionadas en la guía PMBOK V6:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta con conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil, de la tecnología y demás áreas técnicas, basados en proyectos con características similares.
- **Descomposición:** para la definición de las actividades se utiliza la descomposición, dividir y subdividir los entregables reportados en la EDT.

- **Reuniones:** se deben realizar reuniones con los integrantes del grupo de proyectos para determinar las actividades del cronograma.

4.1.1.5. RESULTADO.

El resultado de este proceso es:

- **Listados de actividades:** los cuales se identificarán de acuerdo a cada paquete de trabajo.
- **Atributos de actividades:** se describe más la actividad y se vincula con la WBS.
- **Lista de hitos:** evento puntual que se asume de duración cero (0) o instantánea, punto clave de control del proyecto.

4.1.1.6. OBSERVACIONES CIPP.

La EDT muestra las tareas que deben ejecutarse para conseguir el alcance del proyecto, en la definición de las actividades no están necesariamente las mismas que en la EDT, en este proceso indicamos las tareas que se quieren mostrar en el cronograma.

Son actividades en rehabilitación de redes con tecnología CIPP que no pueden faltar en esta identificación:

1. Tubería de Alcantarillado – Tramo Principal.
 - Preliminares.
 - Limpieza de tubería.
 - Inspección de tubería.
 - Informes Video CCTV.
 - Diagnostico estructural de red existente.
 - Rehabilitación con tecnología CIPP.
 - Limpieza de tubería.
 - Inspección de tubería, identificación de reducciones de área y localización de acometidas.
 - Eliminación de obstrucciones y eliminación de defectos estructurales en juntas.
 - Manejo de aguas (Retención de aguas y aislamiento en los pozos).
 - Inserción de base y de manga impregnada.
 - Inflado de manga.

- Inspección de manga (contador de metros, verificación de presión y temperatura y detectar problemas de instalación).
 - Curado ultravioleta (UV) + Enfriamiento.
 - Inspección de manga usando equipo CCTV.
 - Apertura de domiciliarias (Corte con cutter).
 - Instalación de sellos hidrofílicos.
2. Conexión Lateral Domiciliaria.
- Preliminares.
 - Limpieza de tubería.
 - Inspección de tubería.
 - Diagnostico estructural de red existente.
 - Rehabilitación con tecnología CIPP.
 - Impregnación de la manga con resina.
 - Inserción de manga en el tambor de inversión.
 - Inversión de la manga en la tubería.
 - Proceso de curado – Agua a vapor.
 - Inspección de manga usando equipo CCTV.
3. Instalación de accesorio en forma de TEE (T-GRAFF)
- Preliminares.
 - Instalación de la manga en la red principal y red domiciliaria.
 - Medición de horario de llegada de la domiciliaria al colector principal, el ángulo y diámetro de la misma.
 - Instalación de TEE (T-GRAFF)
 - Impregnar el perfil T-Graff con resina.
 - Fijar el perfil al PACKER.
 - Instalar el perfil T-Graff o sombrerete completo.
 - Inflar el PACKER una vez alineado y posicionado en la conexión de la domiciliaria.

4.1.2. SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES.

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

4.1.2.1. ENTRADAS.

Los siguientes son los insumos para el desarrollo de este proceso:

- **Planes del proyecto:** se deben tener en cuenta el enfoque de desarrollo y plan de gestión del alcance.

- **Documentos del proyecto:** atributos de las actividades, listado de actividades e hitos, registro de supuestos.
- **Procesos de la organización:** información histórica de proyectos similares, herramientas de monitoreo e información.

4.1.2.2. INSTRUCTIVO.

Para elaborar la secuencia de las actividades del proyecto se debe seguir estos pasos:

1. Tener en cuenta que todas las actividades deben tener sucesoras y predecesoras, a excepción de la actividad de inicio y fin.
2. La secuenciación pretende mostrar un orden lógico para ejecutar las actividades para lograr los entregables, teniendo en cuenta la cantidad de recursos esperados para desarrollar el proyecto.
3. Las dependencias pueden ser de cuatro tipos:
 - **Finalizar para Comenzar (FC):** la siguiente tarea no puede empezar hasta acabar la tarea actual.
 - **Finalizar para Finalizar (FF):** la siguiente tarea no puede terminar hasta acabar la tarea actual.
 - **Comenzar para Comenzar (CC):** las dos tareas deben comenzar simultáneamente.
 - **Comenzar para Finalizar (CF):** la segunda tarea debe comenzar para completarse la primera (muy rara vez utilizada).
4. Se incluirán restricciones, alguna tarea debe acabar o empezar en una fecha específica, retardos en tiempo o porcentaje.
5. Diligenciar en el formato **4.2. DEFINICIÓN, SECUENCIA Y DURACIÓN DE ACTIVIDADES**, la siguiente información:
 - **Predecesora o sucesora:** código de la actividad con la que tiene relación la actividad actual.
 - **Dependencia:** tipo de dependencia FC, FF, CC, CF.

4.1.2.3. COLABORADORES.

Para el proceso de secuenciar las actividades del proyecto deben estar involucrados:

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.

- Coordinador técnico.

4.1.2.4. HERRAMIENTAS.

Para secuenciar las actividades del proyecto se usarán las diferentes herramientas:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta con conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil de la tecnología y demás áreas técnicas.
- **Método de diagrama de precedencia:** se utilizará este modelo de programación donde se representan las actividades mediante nodos, se grafican para vincularlas y se muestra su secuencia lógica.
- **Adelantos y retrasos:** el adelanto es la cantidad de tiempo que una actividad sucesora se puede adelantar de anticipar con respecto a su predecesora; el retraso es la cantidad de tiempo que una actividad sucesora se retrasa con respecto a su predecesora.
- **Herramienta de programación:** la metodología para el desarrollo del proyecto recomendada es la herramienta informática MS Project, la cual permite administrar proyectos.

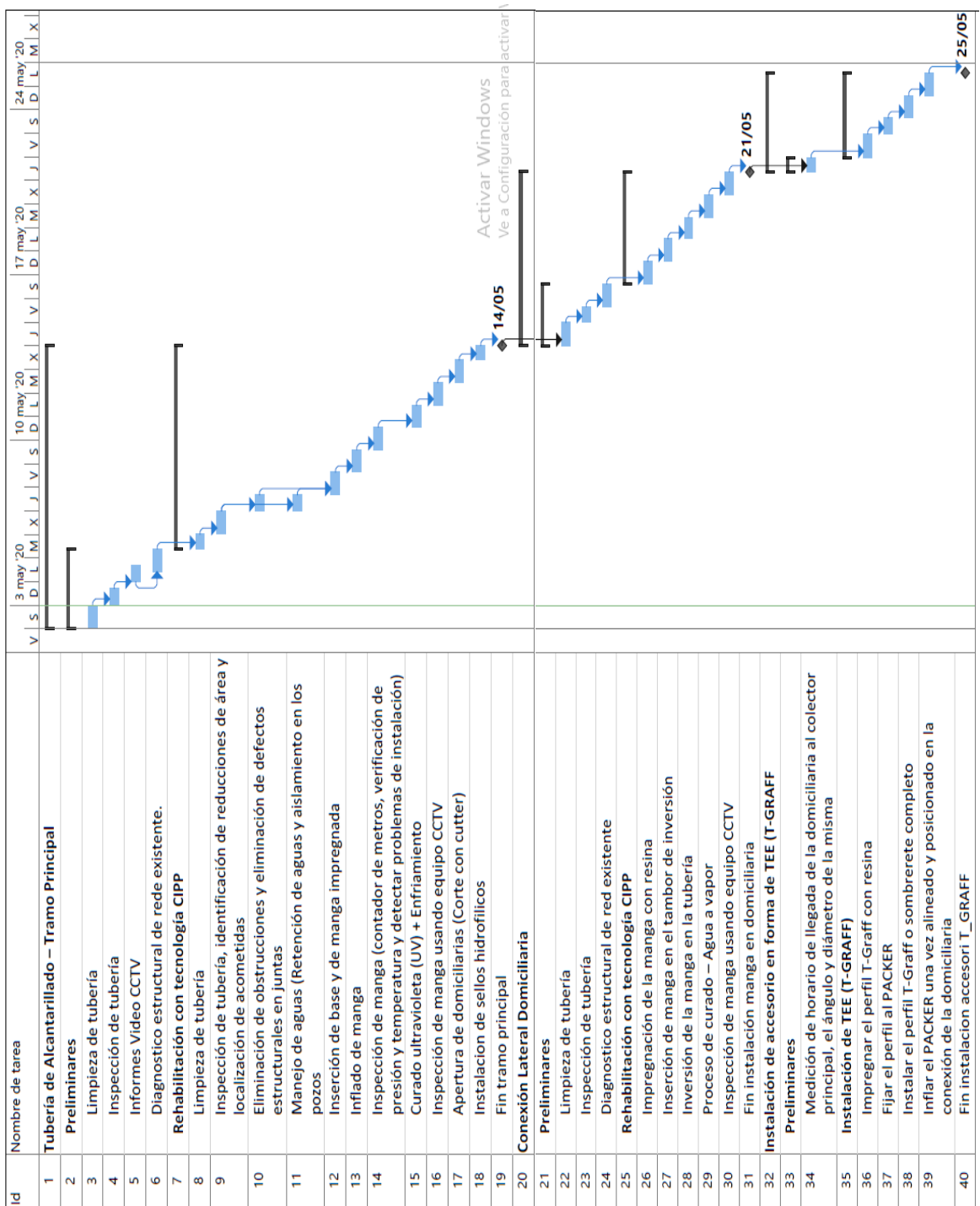
4.1.2.5. RESULTADO.

De este proceso se tendrá como resultado el **diagrama de red del cronograma**, el cual es una representación gráfica de las relaciones lógicas entre actividades, con esto actualización del plan de gestión del proyecto.

4.1.2.6. OBSERVACIONES CIPP.

Las actividades indicadas en el numeral 4.1.1.6 **Observaciones CIPP** (Identificación de actividades), tiene un orden secuencial. La característica principal de la rehabilitación sin zanja con método CIPP en este aspecto es que la dependencia entre actividades habitualmente es Fin – Comienzo (FC), es decir, debe terminar una actividad para comenzar la siguiente.

Figura 33. Secuencia de Actividades – Tecnología CIPP.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. ESTIMAR LA DURACION DE LAS ACTIVIDADES.

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

4.1.3.1. ENTRADAS.

Los siguientes son los insumos para el desarrollo de este proceso:

- **Planes del proyecto:** Se deben tener en cuenta el enfoque de desarrollo y plan de gestión del alcance, enunciado del alcance.
- **Documentos del proyecto:** Atributos de las actividades, listado de actividades e hitos, registro de supuestos, registro de riesgo, registro de recursos.
- **Procesos de la organización:** Información histórica de proyectos similares, herramientas de monitoreo e información, calendarios de proyectos.

4.1.3.2. INSTRUCTIVO.

Para estimar la duración de las actividades del proyecto se debe seguir estos pasos:

1. Una vez definidas las actividades se identifican las duraciones, teniendo en cuenta la cantidad de recursos disponibles para el desarrollo del proyecto y el calendario de horas laborables semanales.
2. Identificados los recursos se evalúa qué asignación se dará a cada actividad y que tan motivado está ese recurso humano.
3. Cada estimación de actividades debe tener asociados los datos y supuestos que sustentan esa duración.
4. Diligenciar en el formato **4.2. DEFINICIÓN, SECUENCIA Y DURACIÓN DE ACTIVIDADES**, la siguiente información:
 - **Duración:** duración en días de la actividad.
5. De no conocer la duración exacta de la actividad se recomienda utilizar la estimación PERT, a partir de los valores de duración optimista, duración más probable y duración pesimista de cada actividad, empleando la fórmula:

- $Duracion\ de\ la\ Actividad = \left(\frac{O+4M+P}{6}\right)$
- O: Valor de duración estimación Optimista
- M: Valor de duración estimación más probable
- P: Valor de duración estimación Pesimista

4.1.3.3. COLABORADORES.

Se enumeran los diferentes colaboradores que deben estar involucrados para estimar la duración de las actividades del proyecto:

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.

4.1.3.4. HERRAMIENTAS.

Para estimar la duración de las actividades del proyecto se usarán las diferentes herramientas:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil, y proyectos con características similares.
- **Estimación por tres valores (distribución triangular):** la estimación por tres puntos para los costos se basa en un promedio del valor pesimista (p) más probable (m) y optimista (o) para calcular un valor final de la duración.
- **Estimación análoga:** la estimación se basa en valores utilizados en un proyecto anterior que son similares al actual.
- **Análisis paramétrico:** esta estimación utiliza relación estadística entre datos históricos para calcular la duración de la actividad.
- **Análisis de información:** es el camino de mayor duración del proyecto.

4.1.3.5. RESULTADO.

El resultado de este proceso será la estimación de la duración de cada actividad identificada para cumplir el alcance del proyecto.

4.1.3.6. OBSERVACIONES CIPP.

Se relaciona cada actividad identificada y secuenciada junto con la duración probable de ejecución según experiencia, se dan duraciones en tiempo para cada ítem asumiendo la ejecución de 60 metros lineales de rehabilitación de tubería incluyendo instalación de manga. (60 metros medida promedio en un día).

Tabla 16. Duración de Actividades – Tecnología CIPP.

EJECUCION: 60 METROS LINEALES DE REHABILITACIÓN DE REDES CON TECNOLOGÍA CIPP			
ID	NOMBRE DE LA TAREA	DURACIÓN	PREDECESORA
1	<u>Tubería de Alcantarillado – Tramo Principal</u>		
1,1	Preliminares		
1.1.1	Limpieza de tubería	1 día	
1.1.2	Inspección de tubería	3 horas	1.1.1
1.1.3	Informes Video CCTV	3 horas	1.1.2
1.1.4	Diagnostico estructural de redes existente.	2 horas	1.1.3[CC+40%]
1,2	Rehabilitación con tecnología CIPP		
1.2.1	Limpieza de tubería	30 minutos	1.1.4
1.2.2	Inspección de tubería, identificación de reducciones de área y localización de acometidas	30 minutos	1.2.1
1.2.3	Eliminación de obstrucciones y eliminación de defectos estructurales en juntas	60 min /unidad	1.2.2
1.2.4	Manejo de aguas (Retención de aguas y aislamiento en los pozos)	1 horas	1.2.2
1.2.5	Inserción de base y de manga impregnada	60 minutos	1.2.3;1.2.4
1.2.6	Inflado de manga	15 minutos	1.2.5
1.2.7	Inspección de manga (contador de metros, verificación de presión y temperatura y detectar problemas de instalación)	20 minutos	1.2.6
1.2.8	Curado ultravioleta (UV) + Enfriamiento	2 horas	1.2.7
1.2.9	Inspección de manga usando equipo CCTV	1 hora	1.2.8
1.2.10	Apertura de domiciliarias (Corte con cutter)	40 minutos / unidad	1.2.9
1.2.11	Instalación de Sellos Hidrofílicos	1 hora	1.2.10
2	<u>Conexión Lateral Domiciliaria</u>		
2,1	Preliminares		
2.1.1	Limpieza de tubería	1 hora/unidad	1.2.11
2.1.2	Inspección de tubería	1 hora/unidad	2.1.1
2.1.3	Diagnostico estructural de red existente	90 minutos/unidad	2.1.2
2,2	Rehabilitación con tecnología CIPP		
2.2.1	Impregnación de la manga con resina	1 hora/unidad	2.1.3
2.2.2	Inserción de manga en el tambor de inversión	1 hora/unidad	2.2.1
2.2.3	Inversión de la manga en la tubería	30 minutos/unidad	2.2.2
2.2.4	Proceso de curado – Agua a vapor	3 horas/unidad	2.2.3

EJECUCION: 60 METROS LINEALES DE REHABILITACIÓN DE REDES CON TECNOLOGÍA CIPP			
ID	NOMBRE DE LA TAREA	DURACIÓN	PREDECESORA
2.2.5	Inspección de manga usando equipo CCTV	1 hora/unidad	2.2.4
3	<u>Instalación de accesorio en forma de TEE (T-GRAFF)</u>		
3,1	Preliminares		
3.1.1	Medición de horario de llegada de la domiciliaria al colector principal, el ángulo y diámetro de la misma	1 hora/unidad	2.2.6
3,2	Instalación de TEE (T-GRAFF)		
3.2.1	Impregnar el perfil T-Graff con resina	1 hora/unidad	3.1.1
3.2.2	Fijar el perfil al PACKER	30 minutos/unidad	3.2.1
3.2.3	Instalar el perfil T-Graff o sombrerete completo	2 horas /unidad	3.2.2
3.2.4	Inflar el PACKER una vez alineado y posicionado en la conexión de la domiciliaria	20 minutos/unidad	3.2.3

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. DESARROLLAR EL CRONOGRAMA.

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

4.1.4.1. ENTRADAS.

Los siguientes son los insumos para el desarrollo de este proceso:

- **Planes del proyecto:** se deben tener en cuenta el plan de gestión del cronograma y la línea base del alcance.
- **Documentos del proyecto:** atributos de las actividades, listado de actividades e hitos, registro de supuestos, registro de riesgo, registro de recursos.
- **Procesos de la organización:** metodologías de programación, Información histórica de proyectos similares, herramientas de monitoreo e información, calendarios de proyectos.

4.1.4.2. INSTRUCTIVO.

Para elaborar el cronograma del proyecto en MS Project se deben tener estos aspectos de configuración inicial:

- Definir el nombre del proyecto.
- Configurar las tareas de Project con programación automática.
- Definir la fecha de inicio del proyecto.
- Configurar el calendario del proyecto.
- Incorporar actividades, secuencias y duraciones.
- Estimar duraciones.

Para desarrollar el cronograma del proyecto se debe seguir estos pasos:

1. El proceso de desarrollar el cronograma se realiza simultáneamente a la definición de las actividades, duraciones, secuencias de actividades y recursos para el proyecto.
2. Se sugiere incorporar los procesos descritos anteriormente en la herramienta de programación MS Project. La incorporación de actividades en el Project puede generar una revisión a lo realizado en la estimación de duración, identificación y secuencia de las actividades.
3. Es necesario contar con personal calificado que desarrolle el cronograma en la herramienta Project, basándose en los procesos y formatos anteriormente diligenciados.
4. Se debe identificar la ruta crítica del proyecto, las actividades que pertenecen a esta ruta deben ser controladas de manera especial, todo atraso en alguna de estas actividades representara un atraso en el tiempo total del proyecto, por la ruta crítica se determina la duración del proyecto.
5. Una vez se tengan las actividades con fechas de inicio y fin se solicitará al equipo de proyectos revisar cada una de sus tareas asignadas, esto con el fin que estas tareas programadas no interfieran en otras tareas fuera del proyecto y así validar el cronograma final.
6. Una vez se tenga el visto bueno por el gerente y equipo de proyectos se procede a imprimir el cronograma aprobado, de esta manera se obtiene la línea base del cronograma. En cualquier momento esta podrá evaluarse respecto a lo ejecutado en obra y comparar así avances y dificultades del proyecto.

4.1.4.3. COLABORADORES.

Se enumeran los diferentes colaboradores que deben estar involucrados para estimar la duración de las actividades del proyecto:

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.
- Coordinador seguimiento y control.

4.1.4.4. HERRAMIENTAS.

Para estimar la duración de las actividades del proyecto se usarán las diferentes herramientas:

- **Análisis del diagrama de red:** esta herramienta muestra las interdependencias entre las actividades y es la entrada para usar crashing al proyecto.
- **Método de programación:** el método recomendado para este tipo de proyecto está definido por la ruta crítica, con el cual se puede estimar la duración mínima del proyecto y que permite determinar la holgura de actividades (holgura libre) y del proyecto como tal (holgura total).
- **Método de ruta crítica:** es el camino de mayor duración del proyecto.
- **Optimización de recursos:** para la optimización de recursos se utilizarán las técnicas de nivelación y equilibrio de recursos dependiendo de lo que se requiera en el proyecto. Hay que tener claro que esta herramienta puede o no hacer cambios a la línea base del cronograma.
- **Compresión de cronograma:** se pueden utilizar las herramientas de Fast tracking o Crashing dependiendo de lo que se requiera en el proyecto.
- **Herramienta de planificación:** herramienta utilizada para desarrollar el cronograma del proyecto.

4.1.4.5. RESULTADO.

El principal resultado de este proceso es el documento **Cronograma del Proyecto** realizado mediante el software MS Project. También se obtiene el **diagrama de red, cronograma de hitos, diagrama de barras**. Una vez validado el cronograma del proyecto se tiene la **LINEA BASE DEL CRONOGRAMA**.

4.1.4.6. OBSERVACIONES CIPP.

Para obtener la línea base y desarrollar el cronograma según las duraciones en tiempo y secuencia de actividades, es necesario tener en cuenta que existen actividades que aumentarán el tiempo de ejecución dependiendo de su correcta evaluación previa. Una de estas actividades es la eliminación de obstrucciones y eliminación de defectos estructurales en juntas, ya que el tiempo de esta actividad depende de la cantidad encontrada en el tramo a rehabilitar.

Se debe contar con un diagnostico detallado con el fin de cumplir con el tiempo de ejecución planeado.

5.1. PLAN DE GESTION DE LOS COSTOS.

La gestión de los costos incluye los procesos correspondientes a la estimación de los costos de todas las actividades del proyecto, a la elaboración del presupuesto y asegurar que el proyecto se complete dentro del presupuesto aprobado, los objetivos de este plan dentro del grupo de proceso de planificación son⁹⁵:

- ✓ Estimar los costos de las actividades del proyecto.
- ✓ Determinar el presupuesto del proyecto.

Para lograr el cumplimiento de estos objetivos se debe:

- ✓ Definir rubros del proyecto
- ✓ Definir las unidades de medida.
- ✓ Definir el nivel de precisión del presupuesto
- ✓ Nivel de exactitud del presupuesto.
- ✓ Enlaces con los procedimientos de la organización.
- ✓ Umbrales de control.

Se define a continuación para cada uno de los procesos a evaluar incluidos en la gestión de los costos del proyecto las entradas, el instructivo, colaboradores, herramientas y resultados que deben tenerse en cuenta, seguir y ser utilizados para obtener la línea base de los costos del proyecto. Además de esto se incluirán observaciones específicas en cada proceso respecto a proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe).

5.1.1. ESTIMAR LOS COSTOS.

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

5.1.1.1. ENTRADAS.

Son insumos para el desarrollo de este proyecto:

- **Planes del proyecto:** se debe tener en cuenta el plan para la gestión del cronograma, plan de gestión de los costos, línea base del alcance y línea base del cronograma.

⁹⁵ MEJÍA, Iván. VILTARD, Leandro. Un camino unificado hacia el manejo de proyectos. En: Palermo Business Review. Vol.;1. No. 12 (2015); p. 121.

- **Documentos del proyecto:** cronograma del proyecto, requisitos de recursos y registro de riesgos.
- **Identificación actividades del proyecto:** sin esta definición será imposible calcular cual va a ser el costo de la implementación del proyecto.

5.1.1.2. INSTRUCTIVO.

Para la estimación del costo de las actividades del proyecto se seguirán los siguientes pasos:

1. Una vez identificados los diferentes recursos y rubros que harán parte del proyecto, se identifica el tipo y la unidad de pago.
2. Finalizados y estructurados los diferentes rubros se determinará por medio de las fórmulas de PERT el costo de cada uno de los recursos y/o actividades, tomando como referencia valores de la empresa y juicio de expertos.
3. Estos valores se consolidarán y se sumarán para dar el costo de cada uno de los paquetes de trabajo de cada fase.
4. Se evaluará en el análisis cuantitativo de los riesgos el costo de los riesgos y se sumará al valor de cada actividad según lo plasmado en la respuesta a los riesgos, es decir, costos de reserva por contingencia.
5. Diligenciar en el formato 5.2. **ESTIMACIÓN DE COSTOS**, la siguiente información:
 - **Código de la actividad:** número o letra de identificación de la actividad.
 - **Actividad:** nombre de la actividad.
 - **Unidad de medida:** unidad en la que se mide la actividad.
 - **Valor unitario:** normalmente este valor viene de un análisis de precios unitarios (APU).

5.1.1.3. COLABORADORES.

Para el proceso de Definir las actividades del proyecto deben estar involucrados:

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.
- Coordinador financiero.

5.1.1.4. HERRAMIENTAS.

Para la estimación de los costos de las actividades, se usarán las diferentes herramientas mencionadas en la guía PMBOK V6:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta con conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil, de la tecnología y demás áreas técnicas, basados en proyectos con características similares.
- **Estimación Análisis de Precios Unitarios (APUs):** modelo que estima el costo por unidad de medida de una actividad, donde se incluye mano de obra, herramientas, rendimientos y materiales que se requieren para su ejecución.
- **Estimación análoga:** emplear valores de proyectos anteriores realizados con características similares.
- **Estimación paramétrica:** a través de una relación estadística entre los datos históricos y otras variables.
- **Análisis de reserva:** asignaciones para contingencias, forma parte de los requisitos de financiamiento.

5.1.1.5. RESULTADO.

El resultado de este proceso es:

- **Estimaciones de costos:** de todas las actividades y/o rubros del proyecto incluyendo costos por calidad, riesgos y reservas por contingencia y gestión.
- **Base de estimaciones:** describiendo la manera en cómo se estimaron los costos.

5.1.1.6. OBSERVACIONES CIPP.

Para el cálculo del valor unitario de cada actividad a realizar para cumplir con el alcance de proyectos de rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP, se presenta la información guía que se debe tener en cuenta para elaborar el análisis de precio unitario APU correspondiente, de la siguiente manera para cada ítem.

- **Descripción del ítem:** nombre de la actividad a ejecutar.
- **Unidad:** unidad de medida de la actividad para pago.

- **Subcategoría:** actividades a tener en cuenta en la elaboración del APU y cálculo del costo directo del ítem (equipos, materiales, mano de obra, transporte, etc.).

Esta guía no incluye valores monetarios de las actividades ni rendimientos requeridos para la elaboración de cada APU, se aconseja revisar y obtener estos valores de proyectos anteriormente realizados o un estudio de mercado previo.

- **Descripción del ítem:** limpieza de tubería.

Unidad: metro lineal (m).

1. Equipos: herramienta menor (% mano de obra), equipo vector (hora).
2. Materiales: agua puesta en obra (LT).
3. Mano de obra: operador vector y ayudante.
4. Transporte: no aplica.

- **Descripción del ítem:** inspección de red alcantarillado.

Unidad: metro lineal (m).

1. Equipos: herramienta menor (% mano de obra), equipo de CCTV incluye cámara y equipo de cómputo (hora).
2. Materiales: no aplica
3. Mano de obra: operador y ayudante.
4. Transporte: no aplica.

- **Descripción del ítem:** eliminación de obstrucciones y eliminación de defectos estructurales en juntas – red de alcantarillado con equipo robotizado.

Unidad: unidad (un).

1. Equipos: Equipo de corte Robotizado – Cutter (día) y herramienta menor (% mano de obra).
2. Materiales: obturador neumático (día), combustible compresor y planta eléctrica (gl/día), agua (lt/día), aceite SAE 10 (lt/día), traje de protección desechable – Tyvek (Un/día), medidor de gases (día) y repuestos (día).
3. Mano de obra: operador equipo robotizado, ayudantes y personal técnico Mecánico.
4. Transporte: transporte de materiales a obra (m³ o Ton / km).

- **Descripción del ítem:** manejo de aguas con bomba sumergible.

Unidad: hora (h).

1. Equipos: herramienta menor (% mano de obra), bomba sumergible - incluye combustible (hora).

2. Materiales: no aplica.
3. Mano de obra: ayudante.
4. Transporte: no aplica.

➤ **Descripción del ítem:** rehabilitación red principal de alcantarillado con tecnología CIPP – Curado UV.

Unidad: metros lineales (m).

1. Equipos: inversor de aire (día), generador eléctrico 75kva (día), central de mando móvil (día), equipo de curado uv (día).
2. Materiales: manga (m), tubo de calibración (m), agua en carro tanque (m³).
3. Mano de obra: operador de equipo cipp, operador camión grúa, 1 oficial y 2 ayudantes.
4. Transporte: transporte material a obra (m³ o Ton / km).

➤ **Descripción del ítem:** rehabilitación domiciliaria con tecnología CIPP.

Unidad: metros lineales (m).

1. Equipos: mesa de impregnación (día), calentador de agua (día), inversor de aire (día), generador eléctrico 75kva (día), central de mando móvil (día).
2. Materiales: felpa (m), resina (galones), catalizador (galones), manga (m), tubo de calibración (m), agua en carro tanque (m³).
3. Mano de obra: operador de equipo CIPP, operador camión grúa, 1 oficial y 2 ayudantes.
4. Transporte: transporte material a obra (m³ o Ton / km).

➤ **Descripción del ítem:** instalación de TEE (T-GRAFF).

Unidad: unidad (un).

1. Equipos: inversor de aire (día), generador eléctrico 75kva (día), central de mando móvil (día).
2. Materiales: resina (galones), catalizador (galones), tubo de calibración (m), Tee de empate (unidad), agua en carro tanque (m³).
3. Mano de obra: operador de equipo CIPP, operador camión grúa, 1 oficial y 2 ayudantes.
4. Transporte: transporte material a obra (m³ o Ton / km).

5.1.2. DETERMINAR EL PRESUPUESTO.

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

5.1.2.1. ENTRADAS.

Los siguientes son los insumos para el desarrollo de este proceso:

- **Planes del proyecto:** se deben tener en cuenta los planes de costos y recursos, para poder estimar el presupuesto total del proyecto, al igual que la línea base del alcance y la línea base del cronograma.
- **Documentos del proyecto:** documentos como la base de las estimaciones, estimaciones de costos, cronograma del proyecto y registro de riesgos.

5.1.2.2. INSTRUCTIVO.

Determinar el presupuesto es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costo autorizada. El presupuesto del proyecto constituye los fondos autorizados para ejecutar el proyecto.

Para elaborar el presupuesto del proyecto se debe seguir estos pasos y emplear la información del formato **5.2. ESTIMACIÓN DE COSTOS:**

1. Tener la cantidad a ejecutar para cada actividad.
2. Tener los costos directos de cada actividad.
3. Incluir costos indirectos, costos que no son fáciles de asociar a las actividades del proyecto.
4. Una vez estimados los costos de las actividades del proyecto, se sumará los costos de respuesta a los riesgos en la actividad que corresponda, sumar los costos por reserva de contingencia para así obtener el presupuesto final del proyecto.
5. Sumar el costo de cada actividad o paquete de trabajo.
6. Realizar la curva S de los costos del proyecto (PV acumulado VS Tiempo).
7. Se definirá el método de financiación del proyecto.

5.1.2.3. COLABORADORES.

Para el proceso de secuenciar las actividades del proyecto deben estar involucrados:

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.

- Coordinador técnico.
- Coordinador financiero.

5.1.2.4. HERRAMIENTAS.

Para secuenciar las actividades del proyecto se usarán las diferentes herramientas:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta con conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil de la tecnología y demás áreas técnicas.
- **Herramienta de programación:** la metodología para el desarrollo del proyecto recomendada es la herramienta informática MS Project, la cual permite administrar proyectos.
- **Análisis de información histórica:** Para la creación del presupuesto del proyecto se puede utilizar información histórica de los proyectos que se han realizado en la empresa.
- **Estimación ascendente:** se puede realizar una estimación detallada de los costes de las actividades o paquetes de trabajo del Proyecto. Luego de su recolección se podrá calcular el coste total del Proyecto, la complejidad de los paquetes de trabajo influirá en la exactitud de la estimación
- **Financiamiento:** Se determinará la forma de financiar el proyecto, ya sea con recursos propios o métodos de financiación con entidades financieras

5.1.2.5. RESULTADO.

De este proceso se tendrá como resultado:

- **La línea base de los costos:** la versión aprobada del presupuesto excluyendo la reserva de gestión.
- **La curva S de los costos:** para el control y seguimiento del proyecto.
- **Requisitos de financiamiento del proyecto:** Los métodos de financiación del proyecto.

El desempeño de los costos del proyecto se medirá con respecto al presupuesto autorizado.

6.1. PLAN DE GESTION DE LOS RECURSOS.

La gestión de los recursos como parte de la gestión de proyectos trata de hacer más con menos, se centra en la optimización y la eficiencia. Cuando se conoce lo que se necesita para la ejecución del proyecto se puede planificar la manera adecuada de utilizar cada recurso, el objetivo de este plan dentro del grupo de proceso de planificación es:

- ✓ Estimar los recursos de las actividades para ejecutar el trabajo del proyecto.

Las ventajas de la gestión de los recursos son:

- ✓ Evita dificultades imprevistas.
- ✓ Impide el desgaste.
- ✓ Proporciona una red de seguridad.
- ✓ Mide la eficacia.

Se define a continuación para cada uno de los procesos a evaluar incluidos en la gestión de los recursos del proyecto las entradas, el instructivo, colaboradores, herramientas y resultados que deben tenerse en cuenta, seguir y ser utilizados. Además de esto se incluirán observaciones específicas en cada proceso respecto a proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe).

6.1.1. ESTIMAR LOS RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES.

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

6.1.1.1. ENTRADAS.

Son insumos para el desarrollo de este proyecto:

- **Línea base del alcance:** con la línea base del alcance, se definen los recursos humanos y físicos del proyecto.
- **Documentos del proyecto:** documentos como la lista de actividades y los atributos de la actividad, son la base para estimar los recursos del proyecto por actividad. Adicionalmente, con el calendario de recursos se identifica la disponibilidad de estos.

6.1.1.2. INSTRUCTIVO.

Para la estimación de los recursos del proyecto se seguirán los siguientes pasos:

1. Se toma la lista de todas las actividades a ejecutar para llevar a cabo el proyecto.
2. Se estima el tipo y la cantidad de recursos necesarios para desarrollar cada una de las actividades, se debe establecer la información pertinente en el formato **6.2. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS**, de la siguiente manera:
 - **Actividad:** nombre de la actividad a desarrollar del cronograma.
 - **Duración:** tiempo que tarda en hacer la actividad.
 - **Recurso humano:** nombre de los recursos.
 - **Recurso físico:** nombre de los recursos físicos.
 - **Dedicación:** porcentaje de dedicación del recurso para desarrollar la actividad por día, teniendo en cuenta la jornada laboral establecida y los días laborables dentro del proyecto.
 - **Tiempo:** tiempo en total que toma en hacer la actividad teniendo en cuenta la dedicación de los recursos.
3. Se debe tener en cuenta el calendario de recursos humanos donde se especifica los días laborables y las horas diarias laboradas (dedicación). Para recursos físicos se debe tener en cuenta las horas de uso y disponibilidad para el desarrollo de las actividades.
4. No se permite la sobrecarga de recursos, por lo que, al asignar los recursos en Microsoft Project, el programa no debe mostrar sobre asignación.

6.1.1.3. COLABORADORES.

Para el proceso de Definir las actividades del proyecto deben estar involucrados:

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.
- Coordinador financiero.

6.1.1.4. HERRAMIENTAS.

Para la estimación de los recursos se usarán las diferentes herramientas mencionadas en la guía PMBOK V6:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta con conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil, de la tecnología y demás áreas técnicas, basados en proyectos con características similares.
- **Estimación ascendente:** con el listado de actividades para llevar a cabo el proyecto, se hace una estimación de los recursos humanos y físicos. Posteriormente, se suman para estimar los recursos de los paquetes de trabajo, cuentas de control y del proyecto.
- **Sistema de información para la dirección de proyectos:** Se utilizará Microsoft Project como software de gestión de recursos.

6.1.1.5. RESULTADO.

Este proceso tendrá como resultado la identificación de recursos del proyecto por actividad, dentro del documento ESTIMACIÓN DE RECURSOS. Adicionalmente, proporcionará actualización a los documentos del proyecto, como registro de supuestos y lecciones aprendidas.

6.1.1.6. OBSERVACIONES CIPP.

Los principales recursos humanos y físicos con los que se debe contar para lograr la ejecución óptima de cada una de las actividades a realizar con el fin de tener éxito en el proyecto y cumplimiento del alcance, tiempo y costo, planeado son⁹⁶:

➤ **RECURSO HUMANO:**

- Director de obra.
- Residente de obra.
- Ingeniero Auxiliar.
- Profesional de calidad.
- Profesional SST.
- Inspector en seguridad industrial.
- Profesional Ambiental.
- Profesional Social.
- Auxiliar de gestión social.
- Profesional especialista en Tránsito.

⁹⁶ AQUATEC. "Sistema de Rehabilitación de Manga con Curado Ultravioleta". [En línea]. [07 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.apabcn.cat/documentacio/comunicacio/MetodologiamangaUV.pdf>.

- Topógrafo.
- Inspector de obras civiles.
- Ingeniero Mecánico.
- Interventoría.

Los anteriores corresponden al personal de planta básico que se debe garantizar para la ejecución de las obras, este personal puede variar, la experiencia general y específica de cada persona debe cumplir con los parámetros establecidos en los pliegos de condiciones del contrato a ejecutar.

Además, se debe contar con el personal a continuación descrito en obra para la ejecución de las actividades identificadas en el numeral **4.1.1. Definir las actividades** – 4.1.1.6. OBSERVACIONES CIPP anteriormente:

- Operador de vactor.
- Operador de cámara de Inspección.
- Operador de cutter.
- Operador de monitoreo en proceso de curado de la manga.
- Persona capacitada en los procesos de rehabilitación de tubería.

➤ **RECURSOS FÍSICOS:**

- Vactor.
- Carrotanque.
- CCTV (Circuito cerrado de televisión) para inspección de tuberías.
- Central de mando móvil – Cámara CCTV.
- Equipo de corte robotizado (Cutter).
- Unidad de control del sistema – Procesos de Instalación.
- Furgones y vehículos de encamisado.
- Manga.
- Resina.
- Generador eléctrico.
- Obturador.
- Medidor de gases.
- Tambor de inversión.
- Tren de lámparas ultravioleta (UV).
- Taponos/packers para los extremos de la manga.
- Soplador – Mantener inflada la manga.
- Cabestrante.
- Calderas de agua caliente.
- Sellos hidrofílicos.
- TEE (T-Graff).

- Mesa de impregnación.
- Inversor de aire.

6.1.2. ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO – TEAM CHARTER.

Responde a la necesidad de que todos los miembros del equipo de manera unificada sepan hacia donde quieren ir, como debe esforzarse cada uno individualmente para hacer realidad el proyecto. Para esta herramienta se deben seguir los siguientes pasos:

6.1.2.1. ENTRADAS.

Los siguientes son los insumos para el desarrollo de este proceso:

- **Documentos del proyecto:** documentos como la base de las estimaciones, estimación de recursos y cronograma del proyecto.
- **Project Charter:** este documento incluye los interesados clave del proyecto, así como los recursos financieros que finalmente son determinantes para la gestión de los recursos.
- **Plan para la dirección del proyecto:** con la línea base del alcance, se definen los entregables del proyecto, determinando los recursos que deben participar en el proyecto.

6.1.2.2. INSTRUCTIVO.

La elaboración del team charter se hace de manera conjunta con los miembros del equipo del proyecto e incluye la información a diligenciar en el formato **6.3. TEAM CHARTER:**

1. **Objetivo del equipo del proyecto.**
2. **Duración y compromisos de tiempo:** con el fin de cumplir con los entregables del proyecto, se establece cuanto tiempo y dedicación tendrá el equipo.
3. **Alcance del proyecto:** definir el alcance del proyecto a alto nivel.
4. **Roles y funciones:** definición equipo del proyecto, cargos y funciones.
5. **Habilidades y oportunidades de mejor del equipo:** habilidades que cuenta el equipo del proyecto y oportunidades de mejora.

6. **Resultado final deseado:** propósitos a conseguir del equipo durante la ejecución del proyecto.
7. **Recursos de apoyo:** se determinan los recursos de apoyo, los cuales no hacen parte del equipo, pero agregan valor al proyecto.
8. **Comunicación del equipo:** se pacta la forma de comunicación del equipo.
9. **Reuniones del equipo:** se detallan los parámetros para llevar a cabo las reuniones del equipo.
10. **Toma de decisiones:** se determina la forma de toma de decisiones en el equipo.
11. **Expectativas del equipo:** se especifican las expectativas del equipo.
12. **Resolución de conflictos:** se define el proceso para la resolución de conflictos.
13. **Entregables:** se aclaran los entregables del proyecto.
14. Firman los miembros del equipo.

6.1.2.3. COLABORADORES.

Para el proceso de secuenciar las actividades del proyecto deben estar involucrados:

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.
- Coordinador financiero.
- Coordinador de Mercado.

6.1.2.4. HERRAMIENTAS.

Para secuenciar las actividades del proyecto se usarán las diferentes herramientas:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta con conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil, de la tecnología y demás áreas técnicas, de estimación de los recursos, identificación de riesgos, estimación de plazos de entrega y determinación del esfuerzo para cumplir con los objetivos del proyecto.

6.1.2.5. RESULTADO.

De este proceso se tendrá como resultado:

- Acta de constitución del equipo (TEAM CHARTER) y actualizaciones a documentos del proyecto.



6.3. ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO

1. NOMBRE DEL PROYECTO.

2. OBJETIVO DEL EQUIPO DEL PROYECTO.

3. DURACIÓN Y COMPROMISO DE TIEMPO.

4. ALCANCE DEL PROYECTO.

5. ROLES Y FUNCIONES.

6. HABILIDADES Y OPORTUNIDADES DE MEJORA DEL EQUIPO.

7. RESULTADO FINAL DESEADO.

8. RECURSOS DE APOYO.



ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO

9. COMUNICACIÓN DEL EQUIPO.

10. REUNIONES DEL EQUIPO.

11. TOMA DE DECISIONES.

12. EXPECTATIVAS DEL EQUIPO.

13. RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS.

14. ENTREGABLES.

15. FIRMAS.

Gerente del Proyecto.

Coordinador del Proyecto

7.1. PLAN DE GESTION DE LOS RIESGOS.

El plan para la gestión de los riesgos nos permite identificar y gestionar los riesgos del proyecto, sus objetivos:

1. Precisar cómo se identificarán los riesgos individuales del proyecto para poder caracterizarlos y definir su origen.
2. Determinar los criterios de probabilidad e impacto para el análisis cualitativo de los riesgos y priorizar los que puedan afectar al desarrollo del proyecto.
3. Determinar cómo se va a dar respuesta a los riesgos.⁹⁷

Se define a continuación para cada uno de los procesos a evaluar incluidos en la gestión de los riesgos del proyecto las entradas, el instructivo, colaboradores, herramientas y resultados que deben tenerse en cuenta, seguir y ser utilizados. Además de esto se incluirán observaciones específicas en cada proceso respecto a proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe).

7.1.1. IDENTIFICAR LOS RIESGOS.

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

7.1.1.1. ENTRADAS.

Son insumos para el desarrollo de este proceso:

- **Planes del proyecto:** se deben tener en cuenta todos los planes secundarios de gestión aprobados para determinar todos los riesgos del proyecto.
- **Documentos del proyecto:** documentos como registro de supuestos, interesados, requisitos, estimaciones de costos y tiempo.

7.1.1.2. INSTRUCTIVO.

Para la identificación y categorización de los riesgos del proyecto se debe diligenciar el formato **7.2. MATRIZ DE RIESGO**, sección identificación de riesgos:

⁹⁷ PARK, Kyungmo. LEE, Sanghyo. AHN, Yonghan. Construction Management Risk System (CMRS) for Construction Management (CM) Firms. En: Future Internet; Basel. Vol.; 9. No. 1 (Oct.2017); p. 13.

1. **Categoría:** clasificación que ayuda a crear una tipología de los riesgos (Comercial, planeación, ejecución, cierre, técnico, externo, etc.).
2. **ID del riesgo:** identificación para cada uno de los riesgos.
3. **Paquete de trabajo:** se referencia el paquete de trabajo de la EDT donde se puede incluir el riesgo.
4. **Actividad:** correspondiente al paquete de trabajo seleccionado donde se incluye el riesgo.
5. **Causa:** motivo por el cual se puede presentar el evento de riesgo.
6. **Consecuencia:** efecto de presentarse el evento de riesgo.
7. **Formulación del riesgo:** descripción del riesgo a partir de la causa, evento e impacto.

7.1.1.3. COLABORADORES.

Para el proceso de Identificación de los riesgos del proyecto deben estar involucrados:

- Sponsor.
- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.

7.1.1.4. HERRAMIENTAS.

Para la identificación de los riesgos se usarán las diferentes herramientas mencionadas en la guía PMBOK V6:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta con conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil, de la tecnología y demás áreas técnicas, basados en proyectos con características similares.
- **Reuniones:** se deben realizar reuniones con los integrantes del grupo de proyectos para identificar los riesgos del proyecto.
- **Metodología:** análisis de las actividades que presenten algún tipo de riesgo para el proyecto definiendo de manera esquemática las causas y consecuencias que se presenten en cada una de ellas.
- **Lluvia de ideas:** Cada uno de los colaboradores del proyecto generará ideas de riesgos que se presenten en el proyecto según el criterio de cada uno, lo

que posteriormente será revisado y aprobado para generar la respectiva identificación.

7.1.1.5. RESULTADO.

El resultado de este proceso es:

- **Matriz de riesgos:** con la identificación y registro de los principales riesgos del proyecto.

7.1.1.6. OBSERVACIONES CIPP.

Los principales riesgos identificados según experiencia e investigación realizada que deben tenerse en cuenta en la ejecución de estos proyectos, para lograr la ejecución óptima y respuesta a posibles inconvenientes que se puedan presentar en cada una de las actividades a realizar con el fin de tener éxito en el proyecto y cumplimiento del alcance, tiempo y costo planeado:

- Atrasos en la elaboración, modificación, aprobación de estudios y diseños necesarios para el desarrollo de los procesos y actividades.
- Contratación de Personal Calificado.
- Disponibilidad de Equipo de corte robotizado (Cutter).
- Deficiencia en la calidad y terminación de procesos.
- Demoras ocasionadas por el mal funcionamiento de la maquinaria o equipos empleados en los diferentes procesos y actividades.
- Cambio de valoración de la Tasa Representativa del Mercado (TMR).
- Cumplimiento del producto en especificaciones y calidad solicitada.
- Omisión de alguna actividad dentro del procedimiento de la rehabilitación de redes de alcantarillado.
- Proceso de instalación de la manga, interrumpido por fallas en los equipos.
- Sobrecostos en personal altamente calificado.
- Tramos de redes de alcantarillado que en el diagnóstico se asuma su rehabilitación con tecnología y en el momento de la inspección se evidencie que estos no puedan ser rehabilitados por el no cumplimiento de las especificaciones de la norma.
- Aumento de demanda en equipos de limpieza e inspección, dificultando el avance y disponibilidad en la etapa preliminar del proceso de rehabilitación de tubería.
- Poca colaboración de la comunidad generando descargas al momento de

realizar los procesos de rehabilitación en la tubería de alcantarillado.

Los riesgos identificados anteriormente, son riesgos específicos de la implementación de la tecnología. Es claro que proyectos de infraestructura y de contratación pública tienen riesgos comunes que deben ser identificados e incluidos en el plan para la dirección a realizar, entre más detalle se quiera dar al plan se identificara un número mayor de riesgos.

7.1.2. REALIZAR EL ANALISIS CUALITATIVO DE LOS RIESGOS.

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

7.1.2.1. ENTRADAS.

Los siguientes son los insumos para el desarrollo de este proceso:

- **Planes del proyecto:** se deben tener en cuenta el plan de gestión de los riesgos.
- **Documentos del proyecto:** como el registro de supuestos e interesados.
- **Matriz de riesgos:** con la identificación de los principales riesgos del proyecto.

7.1.2.2. INSTRUCTIVO.

Para realizar el análisis cualitativo de los riesgos identificados del proyecto se deben seguir estos pasos:

1. Definir los criterios de los valores de probabilidad de ocurrencia del riesgo durante la ejecución del proyecto:
 - Una de las maneras de establecer la probabilidad de ocurrencia del riesgo es resolviendo la pregunta ¿Cuántas veces ha ocurrido este riesgo en el desarrollo de proyectos similares?
 - Establecer rangos de probabilidad según número de veces que ha ocurrido el riesgo, juicio de expertos y experiencias relacionadas, se muestra un ejemplo de niveles de probabilidad:

MUY BAJA: valor porcentual 0% - 10%, expresión numérica a utilizar 0,1.

BAJA: valor porcentual 10% - 30, expresión numérica a utilizar 0,3.

MEDIA: valor porcentual 30% - 50%, expresión numérica a utilizar 0,5.

ALTA: valor porcentual 50% - 70%, expresión numérica a utilizar 0,7.

MUY ALTA: valor porcentual 70% - 90, expresión numérica a utilizar 0,9.

2. Definir los criterios de los valores de impacto en tiempo que tendrá la materialización del riesgo a cualificar.

- Una de las maneras de establecer el valor del impacto en tiempo del riesgo a cualificar es estableciendo rangos en días de retraso posibles por la materialización del riesgo.
- Para cada proyecto se definirá el rango en días de retraso, ejemplo niveles de impacto en tiempo:

MUY BAJO: de No. días a No. días de retraso, valor porcentual 0% - 10, expresión numérica a utilizar 0,1.

BAJA: de No. días a No. días de retraso, valor porcentual 10% - 30, expresión numérica a utilizar 0,3.

MEDIA: de No. días a No. días de retraso, valor porcentual 30% - 50, expresión numérica a utilizar 0,5.

ALTA: de No. días a No. días de retraso, valor porcentual 50% - 70, expresión numérica a utilizar 0,7.

MUY ALTA: mayor a No. días de retraso, valor porcentual 70% - 90, expresión numérica a utilizar 0,9.

3. Definir los criterios de los valores de impacto en costo que tendrá la materialización del riesgo a cualificar.

- Una de las maneras de establecer el valor del impacto en costo del riesgo a cualificar es estableciendo rangos en costo monetario que serán necesarios por la materialización del riesgo.
- Para cada proyecto se definirá el rango en costo monetario, ejemplo niveles de impacto en costo:

MUY BAJO: corresponde a un impacto de \$ a \$, valor porcentual 0% - 10%, expresión numérica a utilizar 0,1.

BAJA: corresponde a un impacto de \$ a \$, valor porcentual 10% - 30, expresión numérica a utilizar 0,3.

MEDIA: corresponde a un impacto de \$ a \$, valor porcentual 30% - 50%, expresión numérica a utilizar 0,5.

ALTA: corresponde a un impacto de \$ a \$, valor porcentual 50% - 70%, expresión numérica a utilizar 0,7.

MUY ALTA: corresponde a un impacto de \$ a \$, valor porcentual 70% - 90%, expresión numérica a utilizar 0,9.

4. Definir los valores de probabilidad y los valores de impacto posibles dentro de la matriz Probabilidad-Impacto a emplear.
5. Definir los rangos del valor de severidad obtenida a partir del cruce de valores de impacto y valores de probabilidad. Con este valor se podrán identificar los riesgos que requieren mayor atención en el desarrollo del proyecto.

Figura 34. Matriz – Probabilidad vs Impacto.

PROBABILIDAD	SEVERIDAD				
0,9	0,09	0,27	0,45	0,63	0,81
0,7	0,07	0,21	0,35	0,49	0,63
0,5	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45
0,3	0,03	0,09	0,15	0,21	0,27
0,1	0,01	0,03	0,05	0,07	0,09
IMPACTO	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9

Fuente: Elaboración propia.

6. Definiéndose los siguientes rangos de severidad:
 - **MUY BAJO (Verde):** Corresponde a una severidad menor o igual a 0,03.
 - **BAJO (Verde):** Corresponde a una severidad entre 0,04 y 0,09.
 - **MEDIO (Amarillo):** Corresponde a una severidad entre 0,1 y 0,27.
 - **ALTO (Naranja):** Corresponde a una severidad entre 0,28 y 0,62.
 - **MUY ALTO (Rojo):** Corresponde a una severidad mayor o igual a 0,63.
7. Registro y diligenciamiento en el formato **7.2. MATRIZ DE RIESGO**, sección “cualificación del riesgo”, de la siguiente manera:
 - **Probabilidad:** valor de 0,1 a 0,9 según la probabilidad que existe de que el riesgo se materialice.

- **Valoración del impacto en tiempo:** valor de 0,1 a 0,9 bajo los criterios y rangos establecidos anteriormente, según los días en que se retrasaría el desarrollo de la actividad por la materialización del riesgo.
- **Severidad en tiempo:** valor del resultado de multiplicar la probabilidad por la valoración del impacto en tiempo.
- **Valoración del impacto en costos:** valor de 0,1 a 0,9 bajo los criterios y rangos establecidos anteriormente, según costo monetario por la materialización del riesgo.
- **Severidad en costos:** valor del resultado de multiplicar la probabilidad por la valoración del impacto en costos.
- **Severidad mayor:** se escoge entre la severidad en tiempo y en costos la que mayor valor tenga.
- **Criticidad:** bajo los criterios y rangos de la matriz de probabilidad e impacto definidos anteriormente (Muy bajo: azul, Bajo: verde, Medio: amarillo, Alto: naranja, Muy alto: rojo).

7.1.2.3. COLABORADORES.

Para el proceso de secuenciar las actividades del proyecto deben estar involucrados:

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.

7.1.2.4. HERRAMIENTAS.

Para secuenciar las actividades del proyecto se usarán las diferentes herramientas:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta con conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil de la tecnología y demás áreas técnicas.
- **Análisis de datos:** a partir de la información hallada para la identificación de riesgos se organizan, examinan y evalúan esos datos.
- **Representación de datos:** a partir de la matriz de probabilidad e impacto se pueden jerarquizar los principales riesgos, además de generar una representación gráfica de esas variables.

- **Matriz de riesgos:** se registran todos los valores del análisis cualitativo.

7.1.2.5. RESULTADO.

El resultado de este proceso es la actualización de la Matriz de riesgos, obtención del valor de severidad que tendrán los principales riesgos en el proyecto, se priorizan los riesgos a los cuales se les pondrá mayor atención, que requieran una mayor respuesta o que puedan afectar los objetivos del proyecto.

7.1.2.6. OBSERVACIONES CIPP.

Para la cualificación de los riesgos se definirá un nivel de probabilidad de ocurrencia para cada uno de los riesgos identificados anteriormente, a partir de los rangos y valores según experiencia e investigación realizada.

- Atrasos en la elaboración, modificación, aprobación de estudios y diseños necesarios para el desarrollo de los procesos y actividades. (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Baja**).
- Contratación de Personal Calificado. (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Alta**).
- Disponibilidad de Equipo de corte robotizado (Cutter). (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Alta**).
- Deficiencia en la calidad y terminación de procesos. (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Media**).
- Demoras ocasionadas por el mal funcionamiento de la maquinaria o equipos empleados en los diferentes procesos y actividades. (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Alta**).
- Cambio de valoración de la Tasa Representativa del Mercado (TMR). (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Media**).
- Cumplimiento del producto en especificaciones y calidad solicitada. (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Baja**).
- Omisión de alguna actividad dentro del procedimiento de la rehabilitación de redes de alcantarillado. (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Media**).
- Proceso de instalación de la manga, interrumpido por fallas en los equipos. (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Baja**).
- Sobrecostos en personal altamente calificado. (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Media**).
- Tramos de redes de alcantarillado que en el diagnóstico se asuma su rehabilitación con tecnología y en el momento de la inspección se evidencie que estos no puedan ser rehabilitados por el no cumplimiento de las

especificaciones de la norma. (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Baja**).

- Aumento de demanda en equipos de limpieza e inspección, dificultando el avance y disponibilidad en la etapa preliminar del proceso de rehabilitación de tubería. (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Media**).
- Poca colaboración de la comunidad generando descargas al momento de realizar los procesos de rehabilitación en la tubería de alcantarillado. (Nivel de Probabilidad de ocurrencia: **Baja**).

Para la obtención de criticidad de cada riesgo identificado en este trabajo no se realizó la categorización del nivel respecto al impacto en tiempo (retraso en días) y costos (valor) que puede tener el proyecto por la materialización del riesgo; como lo indica el instructivo para efectuar el proceso de cualificación dentro del plan de gestión de los riesgos cada proyecto o empresa interesada en emplear la metodología diseñada deberá definir los rangos respectivos según criterios internos de cada entidad.

7.1.3. PLANIFICAR LA RESPUESTA A LOS RIESGOS.

Para este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

7.1.3.1. ENTRADAS.

Los siguientes son los insumos para el desarrollo de este proceso:

- **Planes del proyecto:** se deben tener en cuenta el plan de gestión del alcance, plan de gestión de los riesgos, plan de gestión de los costos, para definir contingencias, responsabilidades y recursos asignados para respuesta a los riesgos.
- **Documentos del proyecto:** documentos como el cronograma, calendarios de recursos, asignaciones del equipo, al igual que el registro e informe de riesgos, para determinar cómo se les dará respuesta a los riesgos identificados.
- **Matriz de riesgos:** con las conclusiones de los análisis de los riesgos.

7.1.3.2. INSTRUCTIVO.

Para planificar la respuesta a los riesgos del proyecto se debe tener en cuenta los siguientes aspectos.

- Identificar las alertas tempranas o manifestaciones indirectas para poder actuar a tiempo.
- Determinar las estrategias de respuesta ante el riesgo para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
- Identificar las señales de advertencia de ocurrencia de riesgos que se puedan presentar y que activen la respuesta al mismo.
- Comunicación del estado de los riesgos con los interesados.
- Verificar que se sigan los procedimientos del Plan de gestión de los riesgos.

Se deben seguir los siguientes pasos para la planificación de respuesta de los riesgos:

1. Diligenciar en el formato **7.2. MATRIZ DE RIESGO**, sección “Respuesta al riesgo”, de la siguiente manera:
 - **Plan de respuesta o estrategia a emplear:** se implementan los mismos rangos empleados en la Matriz de probabilidad e impacto, se describe un ejemplo de la estrategia general para los riesgos de la siguiente manera:

Tabla 20. Plan de respuesta al riesgo.

CRITICIDAD	PLAN DE RESPUESTA O ESTRATEGIA	DEFINICIÓN DE ESTRATEGIA
MUY BAJO	ACEPTACIÓN PASIVA	No hacer nada
BAJO	ACEPTACIÓN ACTIVA	Dejar por escrito que se hará cuando ocurra ese riesgo.
MEDIO	MITIGAR	Acciones para disminuir la probabilidad y/o el impacto.
ALTO	TRANSFERIR	Trasladar el riesgo a un tercero
MUY ALTO	EVITAR	No avanzar con el proyecto hasta no disminuir el puntaje.

Fuente: Elaboración propia.

- **Descripción del plan de respuesta:** actividad de respuesta diseñada para cada riesgo, basándose en la definición de la estrategia a emplear.

- **Responsable de respuesta:** Persona del equipo que hace seguimiento al riesgo.

7.1.3.3. COLABORADORES.

Se enumeran los diferentes colaboradores que deben estar involucrados para estimar la duración de las actividades del proyecto:

- Gerente del proyecto.
- Coordinador del proyecto.
- Coordinador técnico.

7.1.3.4. HERRAMIENTAS.

Para estimar la duración de las actividades del proyecto se usarán las diferentes herramientas:

- **Juicio de expertos:** a partir del conocimiento y experiencias de los integrantes del grupo de proyectos el cual cuenta conocimiento desde el punto de vista de ingeniería civil, y proyectos con características similares.
- **Análisis de datos:** a partir de la información hallada para la identificación de riesgos se organizan, examinan y evalúan esos datos.
- **Representación de datos:** a partir de la matriz de probabilidad e impacto se pueden jerarquizar los principales riesgos, además de generar una representación gráfica de esas variables.

7.1.3.5. RESULTADO.

Se identifican las formas adecuadas de abordar los riesgos individuales del proyecto para cada uno de los riesgos identificados. Se actualizan los planes y líneas base del proyecto, junto a los siguientes documentos: Registro de supuestos, pronósticos de costos, cronograma del proyecto, y la matriz de riesgos.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS E IMPACTOS

7.1. APORTE DE LOS RESULTADOS A LA GERENCIA DE OBRAS

El plan para la dirección de proyectos es el documento más importante en la planeación adecuada de cualquier proyecto, define la forma o ruta de trabajo y será la base cuando se realicen los posteriores procesos pertenecientes a los grupos de ejecución, monitoreo – control y cierre. Es el documento que establece ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Cómo? y por ¿Quién? deben realizarse las tareas del proyecto.

La evaluación de las diferentes áreas de conocimiento escogidas dentro de los grupos de procesos de inicio y planificación para realizar el diseño de la metodología del plan para la dirección en proyectos de rehabilitación sin zanja de redes de alcantarillado con tecnología CIPP (cured in place pipe) - bajo lineamientos del PMBOK (V.6), es el aporte más relevante a la gerencia de obras, junto con los planes de gestión subsidiarios realizados donde se indica la manera de evaluar cada proceso a partir de las entradas necesarias, instructivo o paso a paso, colaboradores, herramientas, resultados esperados y observaciones específicas a tener en cuenta en el uso de la tecnología. Además de los formatos diseñados que pueden ser empleados por la persona interesada como parte de la evaluación de cada proceso.

Este diseño de metodología del plan para la dirección, según la investigación realizada para la adecuada evaluación de cada proceso, permitirá a una parte de la industria de la construcción como lo es la infraestructura implementar buenas prácticas gerenciales con el fin de garantizar una correcta planeación, aumentando la probabilidad de éxito en el alcance, tiempo y costo de proyectos relacionados con la tecnología CIPP.

7.2. COMO SE RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN CON LOS RESULTADOS.

A la pregunta de investigación, ¿Cuál es la metodología indicada del plan para la dirección base, que facilite su implementación y aumente la probabilidad de éxito en proyectos de rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP?

Se aprecia que el trabajo de investigación realizado, observaciones identificadas y los resultados obtenidos contemplan la evaluación de las diferentes áreas de

conocimiento escogidas dentro de los grupos de procesos de inicio y planificación, además la metodología cumple con el diseño del plan para la dirección en este tipo de proyectos, incluyendo los componentes básicos de todo plan para la dirección como lo son:

- Los planes de gestión subsidiarios: nos indican las entradas, instructivo, herramientas y colaboradores requeridas para evaluar cada proceso y obtener el resultado esperado dentro las áreas de conocimiento establecidas.
- Líneas bases del proyecto: a partir del seguimiento de la metodología diseñada y formatos se podrá evaluar cada proceso específico con el fin de obtener las líneas base del alcance, la línea base del cronograma y la línea base de los costos del proyecto interesado.

Esta es la metodología indicada del plan para la dirección base o inicial que puede ser empleada en proyectos de rehabilitación de redes con tecnología CIPP.

7.3. ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

Se hace entrega a la Universidad Católica de Colombia el documento final donde se encuentra el desarrollo del trabajo de grado, incluyendo planes de gestión y formatos correspondientes para la evaluación de los procesos dentro de las áreas de conocimiento escogidas para el diseño de la Metodología del Plan para la Dirección en Proyectos de Rehabilitación de Alcantarillado CIPP.

El día 13 de junio del año 2020 se realizará la sustentación correspondiente del trabajo de grado realizado, con su respectiva presentación en formato ppt (PowerPoint), como lo establece el programa de especialización en gerencia de obras.

8. NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO

La tecnología CIPP en el país es una alternativa para la rehabilitación de redes de alcantarillado de las ciudades con incremento poblacional, siendo muy utilizada en los últimos años, sin embargo, se requiere una adecuada y mejora continua en la investigación, formación y reglamentación del procedimiento para su correcta implementación. Al no ser tan frecuente se cometen errores en la etapa de planeación, reflejados en inconvenientes en etapas posteriores de ejecución, monitoreo y control de este tipo de proyectos.

En el alcance del presente trabajo se logró realizar el plan para la dirección base para proyectos que implementen la tecnología CIPP, en el que se incluyó la evaluación adecuada y resultados de los grupos de procesos de inicio y planificación, dejando para posteriores investigaciones la evaluación de los grupos de procesos de ejecución, monitoreo – control y cierre.

Se descarto la aplicación de la metodología del plan para la dirección de este tipo de proyectos a un caso específico de estudio, por esta razón se considera que puede ser un tema de estudio interesante para próximas investigaciones en donde se tenga la posibilidad de implementar la metodología diseñada en un proyecto de rehabilitación de redes con tecnología CIPP, garantizando así el uso de buenas prácticas gerenciales, mejora en la toma de decisiones y éxito en la ejecución del proyecto, siempre teniendo la alternativa de mejora del plan para la dirección inicial diseñado en este trabajo.

9. CONCLUSIONES

- La rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP permite la renovación de tuberías antiguas o con defectos estructurales, sin procesos de excavación y alto rendimiento en comparación con métodos tradicionales (zanja abierta). El uso de esta tecnología trae beneficios económicos, ambientales y sociales para la empresa quien ejecuta la labor y para la comunidad que será afectada por la intervención, siendo frecuentemente usada y en aumento de implementación en las principales ciudades del país.
- La implementación de la tecnología CIPP es reciente en el país, existen pocas empresas específicas dedicadas a esta actividad. Normalmente se omiten distintos aspectos, consideraciones, riesgos, y buenas prácticas gerenciales antes de dar inicio a la ejecución del proyecto correspondiente.
- El plan para la dirección de proyectos es el documento formal del grupo de proceso de planificación, reúne los planes subsidiarios necesarios y escogidos, incluyendo las líneas base (Alcance, Tiempo y Costo) para cumplir con los objetivos del proyecto, con la finalidad de evaluar las áreas de conocimiento y los diferentes procesos, incorporando la información y resultados en un plan integral donde se define como será ejecutado, monitoreado, controlado y cierre del proyecto.
- La guía PMBOK relaciona 49 procesos a evaluar dentro de los grupos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo – control y cierre, sin embargo, el equipo debe seleccionar los procesos adecuados que serán objeto de evaluación para cumplir los requisitos del proyecto a ejecutar. En el presente trabajo se abordaron los procesos incluidos en los grupos de inicio y planificación donde se evidencian fallas comunes al momento de ejecutar proyectos de rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP.
- El diseño del plan para la dirección presentado se basa en los lineamientos de la guía PMBOK y la investigación realizada, contiene los planes de gestión correspondientes a las áreas de conocimiento escogidas indicando las entradas, instructivo, colaboradores, herramientas necesarias y observaciones relevantes a tener en cuenta en proyectos de rehabilitación con tecnología CIPP, permitirá obtener resultados incluyendo las líneas base del alcance, tiempo y costos a quien lo implemente. Busca alcanzar los objetivos en este tipo de proyectos, a partir del desarrollo, análisis y diligenciamiento de los formatos elaborados para la evaluación de cada proceso.

- El diseño del plan para la dirección base podrá ser investigado e implementado por empresas interesadas en efectuar buenas prácticas gerenciales en proyectos de rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP, indicando los factores a tener en cuenta en la adecuada planeación y facilitando a la industria de infraestructura la elaboración de otros planes para la dirección en este tipo de proyectos.
- Los principales factores y aspectos a tener en cuenta antes de la ejecución de proyectos de rehabilitación de redes de alcantarillado con tecnología CIPP, están contemplados y relacionados en el plan para la dirección base diseñado. Considerando alcance, restricciones, definición de actividades, secuencia de actividades, costos, recursos humanos, recursos físicos y riesgos como los más relevantes.

10. BIBLIOGRAFÍA

AQUATEC. “Sistema de Rehabilitación de Manga con Curado Ultravioleta”. [En línea]. [07 abril de 2020]. Disponible en: <https://www.apabcn.cat/documentacio/comunicacio/MetodologiamangaUV.pdf>. [En línea]

BARBOSA HORTUA, Guillermo. Estudio de la Aplicación de Tecnologías Trenchless en Bogotá. Bogotá, 2013, p. 48. Trabajo de grado (Ingeniería Civil). Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería.

Bojacá Silvia y Tengonó Diego. Diseño de la metodología para el desarrollo de los procesos gerenciales de la empresa consultoría e imagen SAS, gestión de los interesados, gestión del alcance y gestión de integración de proyectos, estructurado desde la guí.

C. Baea, J. Kima, D. Choi a, D. Koob, J. Kima. Development of Renovation Techniques for Medium and Large Diameter Water Transmission Pipes. En: Procedia Engineering. No 89 (2014); p. 817-822.

Colombia Compra Eficiente. “Síntesis: Etapa precontractual - CCE”. [En línea]. [19 febrero de 2020]. Disponible en: <https://sintesis.colombiacompra.gov.co/jurisprudencia/sintesis/12248> . [En línea]

DANE. “Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 - Colombia”. [En línea]. [28 octubre de 2019]. Disponible en: https://sitios.dane.gov.co/cnpv/#!/cua_som. [En línea]

DANE. “Estimaciones y Proyecciones de población”. [En línea]. [28 octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>. [En línea]

DANE. “Servicios públicos”. [En línea]. [28 octubre de 2019]. Disponible en:

<https://dane.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=2749922ca5f8469db9990986c02b1b93>. [En línea]

Das Susen, Bayat Alireza, Gay Leon, Salimi Mahmoud y Matthews John. A comprehensive review on the challenges of cured-in-place pipe (CIPP) installations. En: Research and Technology—AQUA. Vol., 65. No 8 (2016); p. 583-596.

DBA Noticias Financieras. Gestión de Proyectos, la clave para su organización. En: Global Network Content Services LLC. Miami: (28 oct, 2014), P. 4. . [En línea]

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Manual de Contratación. Versión 5. Bogotá. DNP. 2019. P.1-39.

EL MERCURIO. La planificación de proyectos. En: El Mercurio. Santiago, Chile: (05 sept, 2013), P. 4.

Empresas Públicas de Medellín (EPM). “EPM modernizará el sistema de acueducto y alcantarillado en Bello”. [En línea]. [20 octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.epm.com.co/site/home/sala-de-prensa/noticias-y-novedades/epm>. [En línea]

Estrada Nelson y Forero Cristian. Evaluación de la Gestión del Tiempo Bajo la Guía Pmbok® 5ta Edición para Método SPR de Rehabilitación de Tubería Sin Zanja Vs Método Convencional de Rehabilitación de Tubería. Bogotá, 2018, p. 12. Traba.

Executive Master Project Management. “Plan de Dirección del Proyecto (PDP) - Una guía sencilla y eficaz.”. [En línea]. [27 octubre de 2019]. Disponible en: <https://uv-mdap.com/blog/plan-de-direccion-del-proyecto-2/>. [En línea]

GARCIA, Omar “5 grupos de procesos y 9 áreas de conocimiento”. [En línea]. [20 octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.projectum.lat/2015/02/11/5-grupos-de-proceso-y-9-areas-de-conocimiento-1/>. [En línea]

GÓMEZ, Yolanda. “La red de alcantarillado de Bogotá tiene más de medio siglo”. [En línea]. [19 octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12107216> - EL TIEMPO.

LLEDÒ, Pablo. *Director de Proyectos: Cómo Aprobar el Examen PMPR Sin morir en el intento*. Quinta edición. Canadá: Ennovate Business Trends, 2013. 463p.

MAZURKIEWICZ, Iris. *La Gestión de Proyectos en la Pequeña y Mediana Empresa Desde Una Perspectiva Epistemológica*. En: *Revista Negotium*. No 40; p. 64-76. .

McDONALD, Kenneth W. *Engineering Management Handbook*. Huntsville: American Society for Engineering Management (ASEM), 2016. p.251-264.

MEJÍA, Iván. VILTARD, Leandro. *Un camino unificado hacia el manejo de proyectos*. En: *Palermo Business Review*. Vol.;1. No. 12 (2015); p. 115-129.

Orostegui Omar, Uribe Daniel, y Aldana, Adriana. *Informe de Calidad de vida en Bogotá 2018*. En: *Bogotá cómo vamos*. (Agosto 2019); p. 1-320.

PARK, Kyungmo. LEE, Sanghyo. AHN, Yonghan. *Construction Management Risk System (CMRS) for Construction Management (CM) Firms*. En: *Future Internet; Basel*. Vol.; 9. No. 1 (Oct.2017); p. 1-21.

PINZÓN ABAUNZA, Jorge. *Evaluación y Perspectivas de la Utilización de Tecnologías Sin Zanja en Redes de Alcantarillado de Bogotá*. Bogotá, 2011, p. 159, Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería.

Pipeline Infrastructure Solutions. “Formación tecnología sin zanja y diseño CIPP”. [En línea]. [20 octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.pipelineinfrastructure.com/consultoria-tecnologia-sin-zanja/formacion-cursos-tecnologia-sin-zanja-cipp>. [En línea]

Project Management Institute, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Pensilvania, USA: Independent Publishers Group, 2017. 756p. .

Project Management Institute. “¿Qué es PMI?”. [En línea]. [19 octubre de 2019]. Disponible en: <http://americalatina.pmi.org/latam/aboutUS/WhatIsPMI.aspx>. [En línea]

PUPO GONZALEZ, Carlos. Metodología Para la Selección de Obras de Ingeniería Para la Rehabilitación de Redes Troncales de Alcantarillado. Bogotá, 2014, p. 15. Trabajo de investigación (Maestría en Ingeniería Civil). Escuela Colombiana De Ingeniería. Facult.

ROMERO, María. Propuesta Metodológica para la Planificación de Proyectos Informáticos Bajo el Estándar PMI. En: Revista Politécnica ISSN 1900-2351. Vol., 10. No 18 (Ene-Jun. 2014); p. 57–71.

SG Ingeniería en ductos S.A.ESP. "Reparación sin zanja – CIPP". [En línea]. [19 octubre de 2019]. Disponible en: <http://sgingenieriaenductos.com/reparacion-sin-zanja-cipp/>. [En línea]

SOARE Ilinca, RUSU Manuela, STEFAN Adriana, DRAGOMIRESCU Alina y MILITARU Constantio. Project management templates used to plan and manage product and service provision. Case study. En: INCAS BULLETIN. Vol., 11. No (Issue 3/ 2019); p. 239 – 247.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. “Bogotá características”. [En línea]. [19 octubre de 2019]. Disponible en: <https://www1.udistrital.edu.co/universidad/colombia/bogota/caracteristicas/>. [En línea]

VIANA VIDAL, Fredy. Técnicas de Construcción Fundamentadas en la Tecnología Sin Zanjas. Guatemala, 2004, p. 208. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.

Villareal Mejía Iván y Viltard A. Leandro. Un camino unificado hacia el manejo de proyectos. En: Palermo Business Review. No. 12 (2015); p. 115-129.

ZWIKAEL, Ofer. Critical planning processes in construction projects. En: Emerald Group Publishing Limited. Vol., 9. No 4 (2009); p. 372-387.