

Formulación de la planificación del proyecto *Construcción Propanoducto Urbano Domiciliario para la Vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca* aplicando las buenas prácticas de gestión de proyectos de la metodología PMI

Carlos Fernando Morales Pilonieta y Luis Alberto Martínez Villegas

Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Dirección y Gestión de Proyectos

Director

Alexander Anchicoque Calderón

Magíster en Diseño y Gestión de Proyectos Tecnológicos

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos

2023

Dedicatoria

A Dios, por la vida, y la sabiduría necesaria para llevar a cabo este proyecto.

A nuestras familias, por apoyarnos siempre de manera incondicional para lograr nuestras metas y proyectos de vida.

Agradecimientos

A los docentes que acompañaron nuestro proceso, especialmente al director de este proyecto, por compartir generosamente su conocimiento y experiencia.

A la empresa Surcolombiana de gas S.A. E.S.P., por brindarnos la información necesaria para desarrollar este ejercicio académico.

Contenido

Introducción	12
1. Formulación de la planificación del proyecto Construcción Propanoducto Urbano Domiciliario para la Vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca aplicando las buenas prácticas de gestión de proyectos de la metodología PMI.....	13
1.1 Planteamiento del Problema/Caso de Negocio	13
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo general	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 Descripción institucional.....	15
2. Marco referencial	21
2.1 Marco conceptual	21
2.2 Estado del Arte	25
3. Áreas de conocimiento.....	30
3.1 Gestión de la integración del proyecto	30
3.1.1 Acta de Constitución del Proyecto	30
3.2 Gestión del alcance del proyecto.....	33
3.3 Gestión del cronograma del proyecto.....	38
3.4 Gestión de la Calidad del Proyecto	39
3.4.1 Responsabilidades y Roles	41
3.5 Gestión de los costos del proyecto	41
3.6 Gestión de los Recursos del Proyecto	42
3.7 Gestión de los riesgos del proyecto.....	44

3.8 Gestión de las comunicaciones del proyecto.....	49
3.9 Gestión de los interesados del proyecto	52
3.10 Gestión de las adquisiciones del proyecto.....	54
4. Resultados.....	55
4.1 Análisis de los requerimientos específicos.....	55
4.1.1 Cumplimiento Resolución CREG 067 de 1995.....	60
4.1.2 Cumplimiento Resolución CREG 100 de 2003.....	61
4.1.3 Relación de los Equipos con los cuales se manejará el G.L.P.	62
4.1.4 Gasodomésticos o equipos a gas que consumirán este combustible	63
4.1.5 Consumo Máximo y Capacidad Instalada por Vivienda	63
4.2 Normatividad Técnica referente a la Construcción de Redes de Gas Domiciliario.....	65
4.2.1 Normas Técnicas Colombianas (NTC)	66
4.3 Plan para la dirección del proyecto	69
4.3.1 Generalidades	69
4.3.2 Plan de Gestión del Alcance	71
4.3.3 Plan de Gestión de los Requisitos	75
4.3.4 Plan de Gestión del Cronograma	80
4.3.5 Plan de Gestión de los Costos	85
4.3.6 Plan de Gestión de Calidad.....	89
4.3.7 Plan de Gestión de Recursos	92
4.3.8 Plan de Gestión de las Comunicaciones	94
4.3.9 Plan de Gestión de los Riesgos del Proyecto.....	95
4.3.10 Plan de las Adquisiciones del Proyecto	98

4.3.11 Plan de Gestión de los Interesados	100
5. Discusión.....	101
6. Conclusiones.....	1022
Referencias.....	103

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Acta de constitución del proyecto</i>	30
Tabla 2. <i>Diccionario de la EDT</i>	34
Tabla 3. <i>Gestión de la calidad del proyecto</i>	40
Tabla 4. <i>Identificación, evaluación y amenaza de los riesgos</i>	44
Tabla 5. <i>Análisis de vulnerabilidad</i>	47
Tabla 6. <i>Evaluación del riesgo</i>	48
Tabla 7. <i>Matriz de comunicaciones del proyecto</i>	49
Tabla 8. <i>Matriz de trazabilidad de requisitos del proyecto</i>	53
Tabla 9. <i>Matriz de Análisis de Interesados del Proyecto</i>	54
Tabla 10. <i>Proyección de viviendas residenciales hasta año 20</i>	64
Tabla 11. <i>Plantilla del Plan de Gestión del Alcance</i>	73
Tabla 12. <i>Matriz detallada de trazabilidad de los requisitos</i>	78
Tabla 13. <i>Presupuesto del proyecto</i>	86
Tabla 14. <i>Descripción del costo total del proyecto</i>	88
Tabla 15. <i>Lista de verificación Plan de Calidad</i>	90
Tabla 16. <i>Matriz RACI del proyecto</i>	93
Tabla 17. <i>Matriz de Riesgos del proyecto</i>	96
Tabla 18. <i>Plan de adquisiciones del proyecto</i>	99

Lista de figuras

Figura 1. <i>Estructura organizacional de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P.</i>	17
Figura 2. <i>Composición del gas natural</i>	18
Figura 3. <i>Dibujo descriptivo de un centro de medición</i>	19
Figura 4. <i>Diagrama del sistema de distribución</i>	20
Figura 5. <i>Diagrama del cubrimiento de la empresa</i>	20
Figura 6. <i>Cronograma de actividades Instalación de gas combustible</i>	29
Figura 7. <i>Estructura de desglose de trabajo EDT del proyecto</i>	33
Figura 8. <i>Cronograma de actividades de Obra civil del proyecto</i>	38
Figura 9. <i>Ciclo de mejora PHVA</i>	40
Figura 10. <i>Cuantificación de Materiales y Presupuesto San Juan de Villalobos</i>	42
Figura 11. <i>Estructura de Desglose de Recursos EDR</i>	43
Figura 12. <i>Matriz de interés-poder del proyecto</i>	53
Figura 13. <i>Diagrama de flujo de datos para el desarrollo del plan para la dirección del proyecto</i>	69
Figura 14. <i>Diagrama de flujo de datos para el Plan para la Gestión del Alcance del proyecto.</i>	71
Figura 15. <i>Cronograma del proyecto</i>	81

Lista de apéndices

Apéndice A. *Estudio técnico de ingeniería Construcción de un propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca - Surcolombiana de gas S.A. E.S.P.*

Apéndice B. *Estudio de mercado proyecto Construcción de un propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca - Surcolombiana de gas S.A. E.S.P.*

Apéndice C. *Firmas de beneficiarios del proyecto Construcción de un propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca - Surcolombiana de gas S.A. E.S.P.*

Apéndice D. *Diagrama de prestación del servicio proyecto Construcción de un propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca - Surcolombiana de gas S.A. E.S.P.*

Apéndice E. *Demanda de consumo a 20 años proyecto Construcción de un propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca - Surcolombiana de gas S.A. E.S.P.*

Apéndice F. *Cronograma de actividades de Obra civil proyecto Construcción de un propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca - Surcolombiana de gas S.A. E.S.P.*

Resumen

Este proyecto consiste en formular la planificación de la construcción de un propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca, por parte de la empresa Surcolombiana de gas S.A. – E.S.P., a partir de la aplicación de las áreas de conocimiento de la gestión de proyectos establecidas por el Project Management Institute PMI. De esta manera, se proyectarán estrategias para la gestión, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos del proyecto; estimación de presupuesto; gestión y control de los costos, de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado, y se cumpla con el alcance a satisfacción de los interesados.

Palabras clave: PMI, planificación, propanoducto

Abstract

This project consists of formulating the planning for the construction of a residential urban propane pipeline for the village of San Juan de Villalobos in the Municipality of Santa Rosa, Department of Cauca, by the company Surcolombiana de gas S.A. – E.S.P., based on the application of the knowledge areas of PMI project management. In this way, strategies will be projected for the management, analysis, response planning, response implementation and monitoring of project risks; budget estimate; cost management and control, in such a way that the project be completed within the approved budget, accomplish the scope to the satisfaction of the stakeholders.

Keywords: PMI, planning, propane pipeline

Introducción

A continuación, se presenta la planificación de la construcción de un propanoducto, por la empresa Surcolombiana de gas S.A. – E.S.P, la cual opera principalmente en el sur de Colombia. Primero, se analizarán los requerimientos específicos, con el fin de determinar el alcance del proyecto; luego, se caracterizarán las normativas técnicas referentes a la construcción de redes de gas domiciliario; finalmente, se desarrollarán los planes subsidiarios de la gestión del proyecto, de acuerdo a las áreas de conocimiento contempladas por el PMI: gestión de la integración, gestión del alcance, gestión del cronograma, gestión de los costos, gestión de la calidad, gestión de los recursos, gestión de las comunicaciones, gestión de los riesgos, gestión de las adquisiciones y gestión de los interesados.

1. Formulación de la planificación del proyecto Construcción Propanoducto Urbano Domiciliario para la Vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca aplicando las buenas prácticas de gestión de proyectos de la metodología PMI

1.1 Planteamiento del Problema/Caso de Negocio

La alcaldía municipal de Santa Rosa, en el departamento del Cauca, ha solicitado a la empresa Surcolombiana de gas S.A. – E.S.P. (Surgas), la elaboración de los estudios de preinversión para el proyecto “Construcción propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, departamento del Cauca.”

Actualmente, los habitantes de las veredas de los municipios del Departamento del Cauca que no cuentan con redes de distribución domiciliaria de gas natural y/o gas propano, enfrentan un problema de alta magnitud para la consecución de un combustible eficiente y limpio que pueda utilizarse en el sector doméstico y comercial. La consecuencia funesta más directa de esta dificultad es el deterioro del medio ambiente, ya sea por la tala y quema de bosques o por la contaminación de los residuos de combustión de energéticos considerados no limpios, que terminan también afectando la salud de la población, debido a la inhalación del humo por cocción de alimentos a base de leña.

Para solucionar este problema, se está presentando una tecnología que permite la distribución de gas licuado del petróleo (G.L.P.) a través de tuberías (gasoductos), para servir a los diferentes consumidores actuales y potenciales, utilizando una tecnología apropiada y segura. Este sistema es muy versátil, confiable, seguros y económico y que permite establecer una solución

apropiada para la realidad del Departamento del Cauca, ofreciendo calidad de vida a sus pobladores.

El resultado del estudio elaborado muestra que el proyecto de gas domiciliario *Construcción propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca*, es técnica y económicamente viable si se cuenta con la cofinanciación de fuente estatal que permita la construcción de la infraestructura de Distribución y apoyo a conexiones a los usuarios beneficiados; adicionalmente, el municipio deberá aportar un lote para la construcción de la estación de almacenamiento regulación de GLP.

Las consecuencias ambientales del proyecto de gas domiciliario sobre el terreno serán mínimas, ya que las excavaciones que se realizarán para instalar las tuberías de polietileno son de poca profundidad y serán realizadas en áreas ya afectadas por trabajos de urbanismo.

En tal sentido, la construcción de una red de distribución de gas domiciliario en la vereda San Juan de Villalobos, Municipio de Santa Rosa, Cauca, constituye una alternativa energética eficiente, económica, segura y beneficiosa para el medio ambiente, por cuanto no se realiza la tala de árboles para obtener leña

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Formular la planificación del proyecto *Construcción propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca* aplicando las buenas prácticas de gestión de proyectos de la metodología PMI.

1.2.2 *Objetivos específicos*

- Analizar los requerimientos específicos, para determinar el alcance del proyecto.
- Caracterizar las normativas técnicas referentes a la construcción de redes de gas domiciliario.
- Desarrollar los planes subsidiarios de la gestión del proyecto con el fin de establecer, priorizar y asignar las tareas y recursos necesarios para satisfacer los objetivos del mismo.

1.3 Descripción institucional

La siguiente información fue extraída del portal web oficial de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2022):

Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. Energía social a su servicio es una empresa mixta de servicios públicos domiciliarios que nació en el año 2004, dedicada a la distribución y comercialización de gas combustible en Colombia; cuenta con precios competitivos, alto nivel de seguridad y protección al medio ambiente.

Marco histórico: empresa de servicios públicos domiciliarios que nació en el año 2004, como una respuesta del Departamento del Huila para aquellos municipios que no cuentan con el servicio de gas domiciliario, buscando implementar un sistema que satisficiera las expectativas de sus habitantes e impulsar proyectos de inversión, estimulando de esta manera la creación de empresas como fuentes generadoras de empleo sostenible y promotoras del desarrollo regional.

La experiencia que por más de catorce (14) años tiene SURGAS S.A. E.S.P. en la ejecución de proyectos, en su operación y suministro directo del servicio mediante las tecnologías de gas natural comprimido (GNC) y gas licuado del petróleo (GLP), a través de gasoductos virtuales por carretera, le ha permitido hoy llegar a las zonas más apartadas del Huila, Putumayo y Cauca siendo

la única empresa en Colombia que maneja conjuntamente estos dos(2) energéticos, generando calidad de vida a sus habitantes

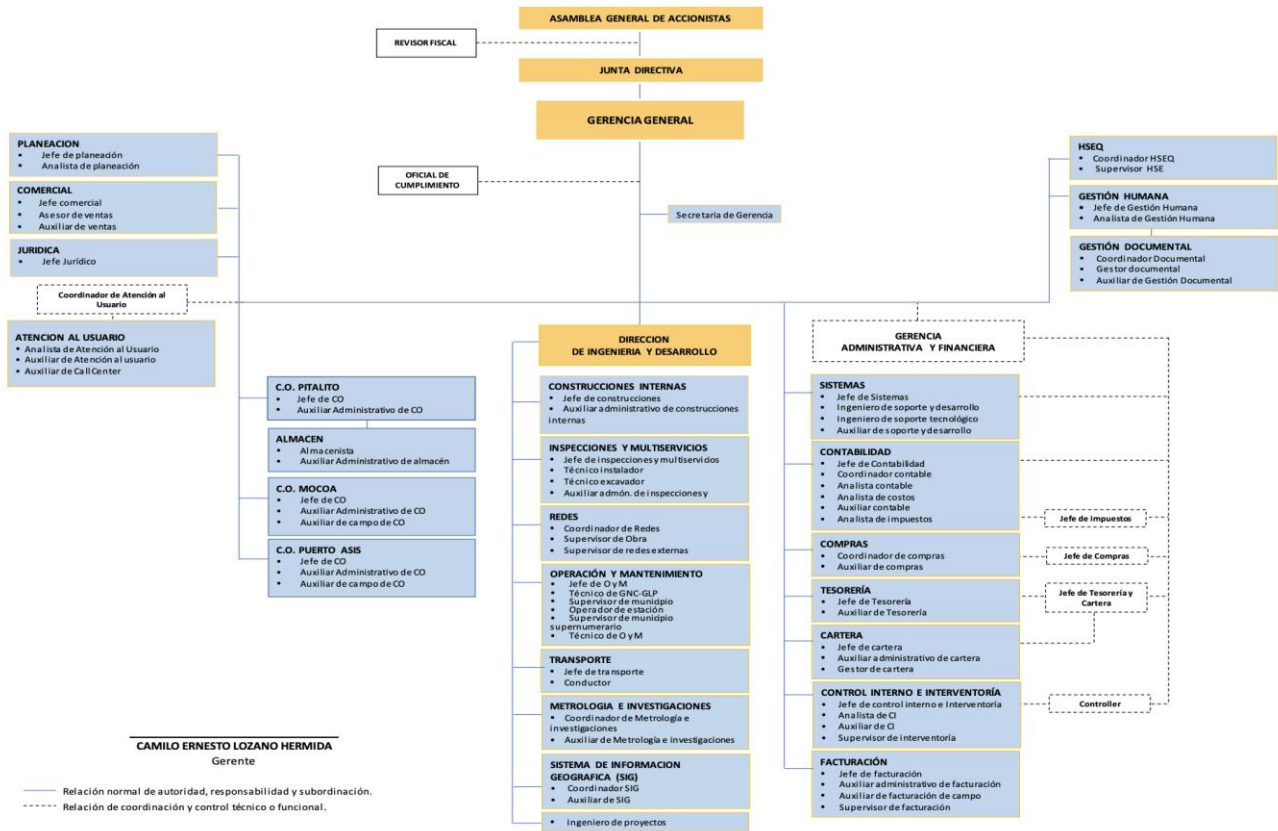
Por ello en SURGAS S.A. E.S.P. (SURGAS) (2023) estamos preparados para nuevas inversiones, ampliar nuestra cobertura y encender la llama de la comodidad y seguridad en más hogares del sur colombiano, participando en la consolidación de una región cada vez más productiva y dinámica, enmarcados dentro del plan de masificación del gas propuesto por el gobierno nacional.

Misión: nuestro compromiso es satisfacer las necesidades y expectativas de usuarios y proveedores, mediante la comercialización y distribución de gas domiciliario en forma segura. para ello contamos con talento humano eficiente, calificado y comprometido, sumado a la más avanzada tecnología y excelencia en el servicio, buscando crecimiento y rentabilidad de los accionistas, preservando el medio ambiente y generando bienestar a colaboradores, y a la comunidad.

Visión: convertirnos en la organización líder en la comercialización y distribución de gas domiciliario en el sur de Colombia, con proyección internacional, mediante el desarrollo de servicios tradicionales e innovadores con los más altos estándares de calidad y productividad; así como el uso de tecnologías limpias que contribuyan al mejoramiento continuo, logrando un adelanto sostenible que nos permita brindar bienestar a los grupos de interés social siendo nuestra mayor responsabilidad.

Estructura organizacional:

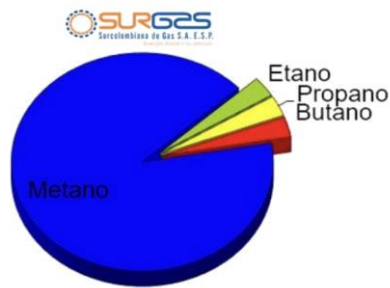
Figura 1. Estructura organizacional de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P.



Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023)

Productos y servicios:

¿Qué es el gas natural? Es un combustible de origen fósil que se extrae del subsuelo, compuesto por hidrocarburos gaseosos, su principal componente es el metano en una proporción entre el 70% y el 90% aproximadamente.

Figura 2. *Composición del gas natural*

Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023).

El gas natural se encuentra en la naturaleza en “bolsas de gas” bajo tierra, cubiertas por capas impermeables (roca sello) que impiden su salida al exterior; se puede encontrar acompañado al crudo en pozos petrolíferos (gas natural asociado) o en yacimientos exclusivos de gas natural (gas natural no asociado).

Es esencialmente gas natural almacenado a altas presiones. Es un combustible para uso vehicular y residencial, utilizado en este último caso, en aquellos lugares donde la demanda a atender es pequeña y la distancia de transporte es larga. El gas se distribuye por gran cantidad de tubos llamados gasoductos, troncales que lo reparten a lo largo de todo el país, gracias a estos tubos llega el gas a casa.

¿Qué es el sistema de distribución de gas natural?

Siendo una empresa enfocada en el proceso de distribución por redes, nuestro alcance permite ofrecer a nuestros usuarios un proceso completo de construcción desde la acometida hasta la red interna, lo anterior con personal de contratistas capacitados y competentes que ofrecerán un producto terminado con su respectiva certificación para que nuestros clientes puedan disfrutar con seguridad de un buen servicio; la construcción consta de los siguientes pasos:

Redes de distribución o redes externas: está compuesto por conjunto de tuberías de acero y polietileno enterradas en las zonas peatonales y viales de la ciudad. Están provistas de válvulas

y accesorios para poder controlar y operar adecuadamente, mediante estas redes el gas llega hasta el frente de las viviendas.

Acometida o red de conexión: es el conjunto de tuberías y accesorios que permiten hacer la derivación del servicio para una vivienda desde la red de distribución hasta la válvula de corte en el centro de medición.

Centros de medición y regulación: es el conjunto de elementos mediante el cual se regula la presión del servicio que entra a la vivienda y que permite medir el gas que pasa, y mediante el cual se realiza la facturación periódicamente al usuario.

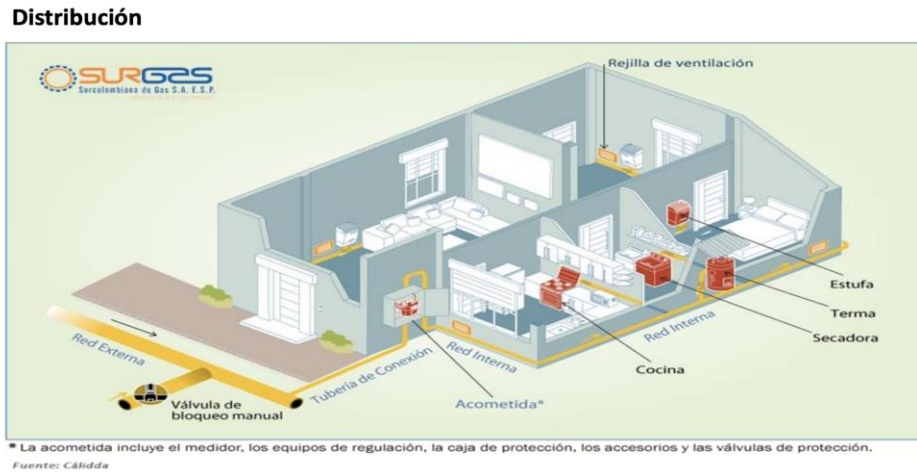
Figura 3. *Dibujo descriptivo de un centro de medición*



Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023).

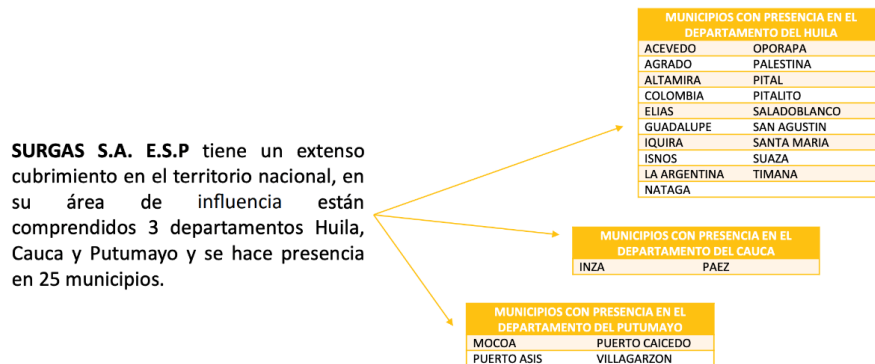
Red o instalaciones internas: es el conjunto de tuberías, equipos y accesorios mediante los cuales se suministra el gas natural, desde la salida del medidor, hasta la conexión de los gasodomésticos, esta es de propiedad del usuario y es necesario inspeccionarla y expedirle certificado de conformidad antes de su puesta en servicio.

Figura 4. Diagrama del sistema de distribución



Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023).

Figura 5. Diagrama del cubrimiento de la empresa



Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023).

Surcolombiana de gas S.A. E.S.P., dentro del interés de proyectarse como líder en planeación y ejecución de proyectos de construcción de redes de distribución y conexión a nuevos usuarios de estratos 1 y 2, ubicados en la zona rural de Colombia, se encuentra en el proceso de acercamiento a la implementación de buenas prácticas de gestión de proyectos. Uno de los autores de este ejercicio académico hace parte de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P., lo cual reafirma el interés de esta empresa en mejorar sus procesos de gestión.

2. Marco referencial

A continuación, se exponen los conceptos, antecedentes y elementos investigativos en que se basó este proyecto.

2.1 Marco conceptual

Proyecto. De acuerdo con el PMBOK (Project Management Institute, 2017 p. 4), se define proyecto como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Según esta definición, los proyectos se llevan a cabo para cumplir objetivos mediante entregables, siendo tales objetivos metas hacia las cuales se debe dirigir el trabajo, una posición estratégica que se quiere lograr, un fin que se desea alcanzar, un resultado a obtener, un producto a producir o un servicio a prestar. Respecto a su naturaleza temporal, el PMI aclara que comprende el hecho de que un proyecto tiene un principio y un fin, independientemente de su duración.

Ciclo de vida de un proyecto. El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 547), define el ciclo de vida del proyecto como la secuencia de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre, y se describen las características y objetivos de cada una de las fases del ciclo de vida del proyecto. Además, el PMBOK contempla que cualquier proyecto puede configurarse dentro de la siguiente estructura: Ciclo de vida - Inicio del proyecto – Organización y preparación - Ejecución del trabajo – Cierre del proyecto.

Planes subsidiarios de la gestión de proyectos. El PMBOK (Project Management Institute, 2017) se refiere a ellos como documentos auxiliares que abordan un área de conocimiento de la gestión de proyectos, un proceso o un área de aplicación; por lo tanto, define el plan de gestión

subsidiario como un componente del plan de gestión del proyecto y describe cómo se administrará y controlará un proceso específico del proyecto.

Gestión de proyectos. El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 10) define la gestión de proyectos como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del proyecto, es decir, la gestión de proyectos implica planificar, ejecutar, monitorear y controlar actividades para lograr los objetivos del proyecto.

Gestión de la integración del proyecto. Según el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 69), la gestión de la integración del proyecto comprende 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. La gestión de la integración del proyecto incluye tomar decisiones sobre: asignación de recursos, equilibrio de demandas que compiten entre sí, examen de enfoques alternativos, adaptación de los procesos para cumplir con los objetivos del proyecto, y gestión de las interdependencias entre las áreas de conocimiento de la dirección de proyectos.

Gestión del alcance del proyecto. De acuerdo al PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 129), la gestión del alcance del proyecto comprende 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 es enfocarse primordialmente en definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto. Los procesos de gestión del alcance son: planificar la gestión del alcance, recopilar requisitos, definir el alcance, crear la EDT/WBS, validar el alcance, y controlar el alcance.

Gestión del cronograma del proyecto. El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 173) contempla que la gestión de cronograma del proyecto incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo. Los procesos de gestión del cronograma del proyecto son: planificar la gestión del cronograma, definir las actividades, secuenciar las actividades, estimar la duración de las actividades, desarrollar el cronograma, y controlar el cronograma.

Gestión de los costos del proyecto. Según el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 231), 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. Los procesos de gestión de los costos del proyecto son: planificar la gestión de costos, estimar los costos, determinar el presupuesto, y controlar los costos.

Gestión de la Calidad del Proyecto. El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 271) contempla que la gestión de la calidad del proyecto comprende los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer los objetivos de los interesados. Los procesos de gestión de la calidad del proyecto son: planificar la gestión de la calidad, gestionar la calidad, y controlar la calidad.

Gestión de los Recursos del Proyecto. Según el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 307), la Gestión de los Recursos 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 adecuado. El beneficio clave de este proceso es que identifica el tipo, cantidad y características de los recursos necesarios para completar el proyecto.

Gestión de las Comunicaciones. El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 359) indica que la gestión de las comunicaciones del proyecto incluye los procesos necesarios para asegurar que las necesidades de información del proyecto y de sus interesados se satisfagan a través del desarrollo de objetos y de la implementación de actividades diseñadas para lograr un intercambio eficaz de información. La gestión de las comunicaciones del proyecto consta de dos partes. La primera parte consiste en desarrollar una estrategia para asegurar que la comunicación sea eficaz para los interesados. La segunda parte consiste en llevar a cabo las actividades necesarias para implementar la estrategia de comunicación.

Gestión de los Riesgos del Proyecto. El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 395) describe la gestión de los riesgos del proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto. Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto consisten en aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto. La identificación de los riesgos es el proceso que determina los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características. 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.

Gestión de las Adquisiciones. Según el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 459), 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. La gestión de las adquisiciones del proyecto incluye los procesos de gestión y de control requeridos

para desarrollar y administrar acuerdos tales como contratos, órdenes de compra, o acuerdos de nivel de servicio (SLAs) internos.

Gestión de los Interesados. El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 503) indica que la gestión de los interesados del proyecto incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados 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.

2.2 Estado del Arte

A continuación, se presentan fuentes consultadas en relación a la aplicación del marco de gestión PMI a proyectos relacionados con gasoductos, cuya finalidad fue la de revisar la metodología empleada y los resultados obtenidos.

Project management for the oil and gas industry: a world system approach (Badiru y Osisanya, 2013). Este libro presenta, paso a paso, la aplicación de técnicas de gestión a proyectos de petróleo y gas, utilizando el marco de conocimientos sobre gestión de proyectos PMBOK® del Project Management Institute (PMI) como plataforma para los temas tratados. El documento, además, propone firmemente un acercamiento a sistemas mundiales para la gestión de proyectos y programas de petróleo y gas.

Aplicación de las buenas prácticas de dirección de proyectos propuestas por la guía PMBOK (6ta edición) en el proyecto de gasoducto de la Costa (Apolinario et ál, 2020). Este trabajo académico tuvo como fin el estudio de las buenas Prácticas del PMBOK 6ta edición en el proyecto Gasoducto de la Costa, en Perú. Para la gestión del proyecto gasoducto de la Costa se consideraron aplicar las diez áreas de conocimiento del PMBOK. El trabajo de tesis bajo los

lineamientos del PMBOK permitió a los autores desarrollar un plan de gestión que consideró aspectos principales que se deben tomar en cuenta en proyectos de esta magnitud, como comunicación con los interesados, el cumplimiento del cronograma, la eficiencia en los procesos, así como la identificación de los riesgos dentro del proyecto.

Metodología basada en el PMBOK para implementar proyectos de transporte de gas natural (Pozo, 2019). Este trabajo académico consiste, como su título indica, en una metodología para la dirección de proyectos, del rubro de transporte de gas natural, bajo estándares (descritos y definidos por el PMI para la dirección de proyectos: plantillas, serie de procesos, etc.) que definen el desarrollo de una serie de fases desde el inicio o concepción del proyecto, pasando por la planificación, ejecución, control y seguimiento hasta el cierre del mismo. Como resultado de este trabajo, el autor recomienda la aplicación de esta metodología en proyectos de transporte de gas natural para asegurar un buen porcentaje de éxito.

A partir de la revisión de los anteriores documentos, se concluye que el marco de gestión PMI es ampliamente aplicado en proyectos relacionados con gas y petróleo. Si bien cada proyecto amerita un análisis individual para determinar cuáles serán los planes subsidiarios que incluirá el Plan para la dirección del proyecto, se deduce que cuando menos, para un proyecto relacionado con gas natural, deben contemplarse los planes subsidiarios relacionados con las siguientes áreas de conocimiento: gestión de la integración, gestión del alcance, gestión del cronograma, gestión de los costos, gestión de la calidad, gestión de los recursos, gestión de las comunicaciones, gestión de los riesgos, gestión de las adquisiciones y gestión de los interesados.

Bajo resolución 330 de 2021, la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, define los proyectos IPAT (Inversiones en proyectos del plan de Abastecimiento en un Sistema de

Transporte) del plan de abastecimiento de gas natural susceptibles de ser ejecutados en primera instancia por el transportador incumbente del sistema de transporte correspondiente.

Este plan, el cual fue avalado por la UPME, aplica al proyecto de planeación en la construcción de sistemas de transporte para garantizar la seguridad de abastecimiento y confiabilidad del servicio de gas combustible.

El alcance del proyecto define la construcción de gasoducto de transporte en forma de *loop*, el cual es una línea de gasoducto que se deriva de un gasoducto y se vuelve a conectar al mismo en otro punto, con el objeto de aumentar la capacidad de transporte del respectivo gasoducto. Este tipo de proyectos mejoran, entregan solución y garantizan la continuidad del servicio de gas combustible a regiones del territorio colombiano.

Proyecto de gasificación rural en el departamento del Tolima.

Según información registrada en la página web oficial de la Gobernación del Tolima, se viene desarrollando el proyecto de construcción de sistemas de distribución de gas combustible en conjunto con la empresa privada de servicios públicos, para la construcción de toda una red de distribución e instalaciones internas de gas combustible, con el fin de llevar el beneficio del gas combustible por redes a las familias más apartadas de los centros urbanos, mejorando la calidad de vida, la economía y el medio ambiente de 6.509 familias, localizadas en 65 veredas de 6 municipios del Tolima.

Bajo Resolución 90032 de 2014, el Ministerio de minas y energía establecen los requisitos de presentación de los proyectos dirigidos a la prestación del servicio público de gas combustible a través del desarrollo de infraestructura de Gas Licuado de Petróleo (GLP) por red de tubería de

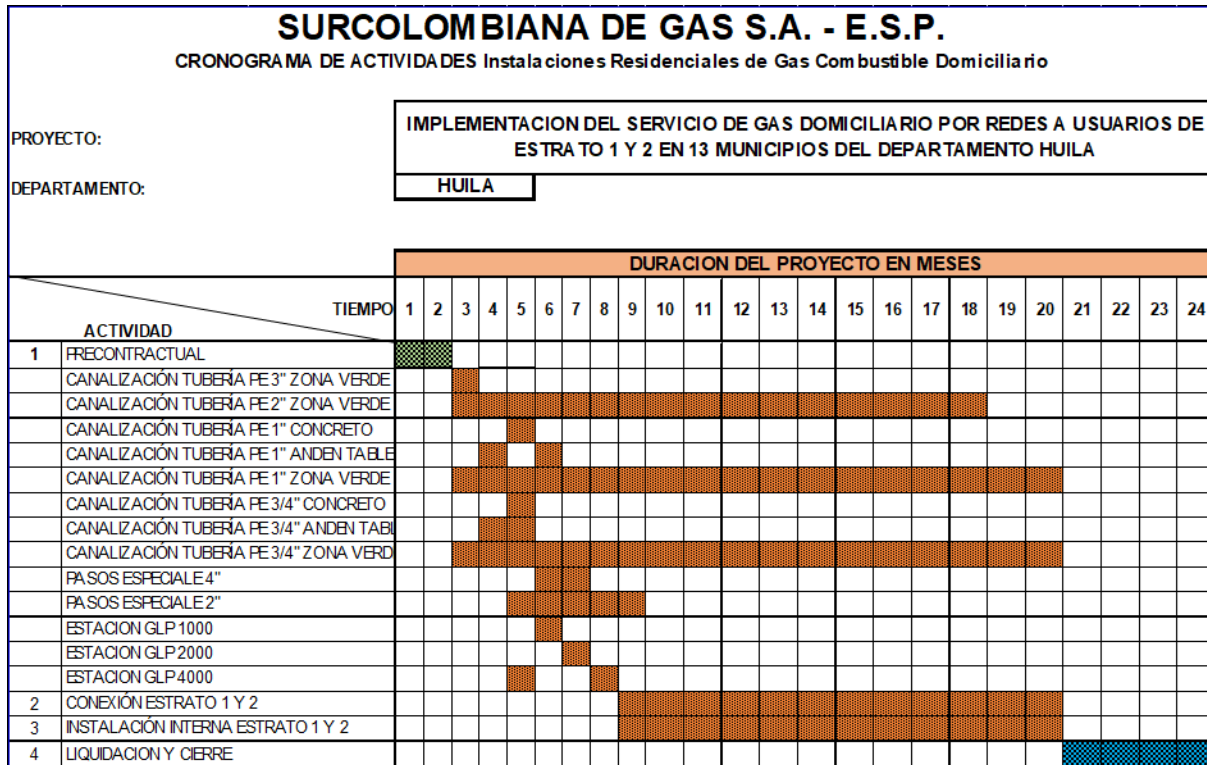
gas a nivel nacional, se adopta el procedimiento aplicable a la evaluación de los mismos y se adopta la metodología para el cálculo del índice de priorización.

La presente resolución indica los modelos y requisitos para la presentación de proyectos y la manera de cofinanciar los mismos, dirigidos a la prestación del servicio público de gas combustible por redes con GLP, con un alcance en todo el territorio nacional.

Según el artículo publicado por la revista Dinero del 27 abril de 2023, y divulgado en página web por la revista Semana, “EPM le apostará a proyectos de biogás para inyectarlo a su red de gas natural”. Con ello la empresa espera disminuir en 20.000 toneladas de dióxido de carbono.

El documento de Formulación del Proyecto implementación del servicio de gas domiciliario por redes a usuarios de estratos 1 y 2 en 13 Municipios del departamento del Huila, a cargo de la empresa Surcolombiana de gas S.A. – E.S.P., evidencia que esta empresa aún no aplica buenas prácticas de gestión de proyectos PMI. El cronograma describe únicamente las actividades de ejecución de la obra civil, las cuales consisten en la canalización, los pasos especiales, las estaciones GLP, la conexión y la instalación interna. El ítem Liquidación y cierre no se encuentra discriminado, tan solo se le asigna la duración total estimada, como se puede ver en la Figura 6, Cronograma de actividades Instalación de gas combustible:

Figura 6. Cronograma de actividades Instalación de gas combustible



Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023).

Este cronograma es el resultado de la experiencia y las lecciones aprendidas de la ejecución de proyectos anteriores; carece, como se ve en la imagen, de las actividades relacionadas con la gestión del proyecto, los estudios técnico y financiero y la puesta en marcha del servicio.

Se considera necesaria la elaboración de una Estructura de Desglose de Trabajo EDT, que permita relacionar el alcance del proyecto con los entregables, sus actividades correspondientes y los responsables de cada una de ellas. De esta forma, se podrá definir un cronograma y presupuesto más detallados y precisos.

3. Áreas de conocimiento

3.1 Gestión de la integración del proyecto

Según el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 69), la gestión de la integración del proyecto comprende 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. El Acta de constitución del proyecto, la cual hace parte integral del proceso de inicio del proyecto, se presenta en la Tabla 1:

3.1.1 Acta de Constitución del Proyecto

Tabla 1. Acta de constitución del proyecto

Acta de constitución del proyecto	
<i>Título del proyecto</i>	Formulación de la planificación del proyecto construcción propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan De Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca aplicando las buenas prácticas de gestión de proyectos de la metodología PMI.
<i>Descripción del proyecto</i>	El objetivo del proyecto es formular la planificación del proyecto <i>Construcción propanoducto urbano domiciliario para la Vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca</i> aplicando las buenas prácticas de gestión de proyectos de la metodología PMI. Con esto, se busca ofrecer a la empresa Surcolombiana de Gas S.A. E.S.P. un modelo de buenas prácticas en planificación y presentación de proyectos, bajo la metodología PMI.
<i>Planteamiento del problema</i>	La población beneficiada con este proyecto cuenta con servicio de energía eléctrica acueducto, alcantarillado y servicio de aseo, siendo proporcionados por el municipio de Santa Rosa (C). Poseen centros de salud, instalaciones deportivas, colegios y escuelas. La red vial del Municipio en mención no está pavimentada en concreto o pavimento flexible. El municipio es eminentemente agrícolas y ganaderos lo que genera una alta demanda de mano de obra. La industria se puede considerar incipiente y se reduce a unos pocos microempresarios que se han asociado con el propósito de integrar esfuerzos financieros y humanos en pro del desarrollo comunitario.
	En los actuales momentos la población soluciona el problema utilizando sistemas individuales de energía eléctrica, gasolina, leña y en mediana proporción el gas propano en cilindros. Pero el uso de energía eléctrica y gasolina tiene un gran costo que hace que las familias de escasos recursos no los utilicen. Estas familias de escasos recursos económicos utilizan materia vegetal como la leña, demandando un alto costo ambiental, debido a que talan los bosques para ser incinerados en hornillas y hornos rudimentarios, produciendo deterioro de las

Acta de constitución del proyecto

fuentes hídricas, de la fauna y flora, lo cual genera dificultad de vida en los pobladores de la región y al mismo tiempo afecta la imagen ecológica que poseen en el municipio de Santa Rosa (C).

Debido a la necesidad nacional de reducir costos en el consumo de energía, los consumidores residenciales, comerciales e industriales han buscado nuevas alternativas energéticas para la generación de calor, cocción de alimentos y el calentamiento de agua, y para reducir los índices de quemaduras o incendios en los hogares. En tal sentido el gobierno nacional ha encontrado en el gas domiciliario una alternativa energética eficiente, económica y segura y está propendiendo por estimular sus usos como sustituto de la energía eléctrica. La alternativa seleccionada se torna beneficiosa respecto al medio ambiente por cuanto no se realiza la tala de árboles para obtener leña, así mismo, se podrá proteger los nacimientos de los ríos y quebradas cercanas a las cabeceras municipales que es donde se obtiene el preciado líquido para los acueductos municipales. Las consecuencias del proyecto de gas domiciliario sobre el terreno serán mínimas ya que las excavaciones que se realizaran para instalar las tuberías de polietileno son de poca profundidad y serán realizadas en áreas ya afectadas por trabajos de urbanismo.

Uno de los sistemas viables para estas regiones de nuestro país es el denominado gasoducto: proyecto de distribución domiciliaria de gas natural y Gas Licuado del Petróleo (GLP o gas propano) por redes físicas. La Tecnología denominada *gasoductos* permite dotar del servicio de gas combustible domiciliario a los diferentes núcleos urbanos (ciudades, poblaciones, inspecciones, conglomerados, barrios, veredas, etc.) que desean contar con este servicio público esencial. Este Sistema permite la distribución de gas natural y Gas Licuado del Petróleo (G.L.P. o gas propano) a través de tuberías para ser transportada hasta los diferentes consumidores potenciales, utilizando una tecnología apropiada y segura. Por lo tanto, son dos sistemas versátiles, confiables, seguros y que permiten establecer una solución apropiada para la realidad de las comunidades colombianas.

Recursos preasignados

Para la ejecución de este proyecto se contempla un presupuesto de \$ 960.811.490; a partir de la definición de las actividades a desarrollar y el tiempo asignado para cada una de estas.

El recurso humano asignado al proyecto está conformado por:

Director del Proyecto:

Perfil: Profesional en ingeniería civil, mecánica, industrial, petróleos o áreas afines con especialización en gestión y direccionamiento de proyectos; con mínimo cinco (5) años de experiencia en construcción, planeación y diseño de gasoductos y propanoductos domiciliarios.

Recursos preasignados

Coordinador de Redes:

Perfil: Profesional en ingeniería civil, mecánica, industrial, petróleos o áreas afines; con mínimo tres (3) años de experiencia en construcción de gasoductos y propanoductos domiciliarios.

Supervisor de Redes:

Perfil: Tecnólogo en obras civiles; con mínimo tres (3) años de experiencia en supervisión de obras civiles para construcción de gasoductos, propanoductos, acueductos y alcantarillado domiciliarios.

Equipo Estratega

Acta de constitución del proyecto	
	<p><i>Contratista:</i> <i>Perfil:</i> Empresas con experiencia mínimo de cinco (5) años de experiencia en construcción de gasoductos y propanoductos domiciliarios; y experiencia mínima de diez (10) años en construcción en obras civiles que contemplen canalización.</p>
<i>Interesados</i>	<p>Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. – SURGAS S.A. E.S.P. Junta Directa SURGAS S.A. E.S.P. Gerencia General SURGAS S.A. E.S.P. Dirección Técnica SURGAS S.A. E.S.P. Jefatura de Planeación y Nominaciones de SURGAS S.A. E.S.P. Área de Proyectos de SURGAS S.A. E.S.P.</p>
<i>Breve descripción de los productos entregables</i>	<p>El entregable será la planificación del proyecto Construcción propanoducto urbano domiciliario para la Vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca aplicando las buenas prácticas de gestión de proyectos de la metodología PMI. Se elaborarán los planes subsidiarios de la gestión del proyecto con el fin de establecer, priorizar y asignar las tareas y recursos necesarios para satisfacer los objetivos del mismo.</p>
<i>Supuestos</i>	<p>SURGAS S.A. E.S.P. cuenta con el presupuesto asignado (recursos propios) para el aporte para la planeación, desarrollo y ejecución del proyecto. SURGAS S.A. E.S.P. cuenta con personal profesional e idóneo para desarrollar e implementar proyectos constructivos de gasoductos y propanoductos de gas combustible. Los profesionales del área de proyectos cuentan con la disponibilidad presupuestada. SURGAS S.A. E.S.P. cuenta con empresas contratistas aliadas, para la ejecución de los proyectos.</p>
<i>Objetivo medible del proyecto</i>	<p>Caracterización de los procesos que se ejecutan en el área de proyectos de SURGAS S.A. E.S.P. para determinar los requerimientos de la planificación de la construcción de propanoductos.</p>
<i>Patrocinadores</i>	<p>Gobernación del Cauca, Secretaría de planeación y Secretaría de vías e infraestructura. Municipios de Santa Rosa, Secretaría de Planeación. SURGAS S.A. E.S.P., Gerencia general, Dirección técnica, Jefatura de proyectos.</p>

Teniendo en cuenta el material bibliográfico revisado, y descrito en el estado del arte de este documento, los planes subsidiarios que integrarán el Plan para la dirección del proyecto corresponden a las siguientes áreas de conocimiento: gestión de la integración, gestión del alcance, gestión del cronograma, gestión de los costos, gestión de la calidad, gestión de los recursos, gestión de las comunicaciones, gestión de los riesgos, gestión de las adquisiciones y gestión de los interesados.

3.2 Gestión del alcance del proyecto

De acuerdo con el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 129), la gestión del alcance del proyecto comprende los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y únicamente el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito. Los procesos de gestión del alcance son: planificar la gestión del alcance, recopilar requisitos, definir el alcance, crear la EDT/WBS, validar el alcance, y controlar el alcance. En la Figura 7 se presenta la EDT, basada en un modelo descendente, y posteriormente el diccionario de la EDT, presentado a través de la Tabla 2.

Figura 7. Estructura de desglose de trabajo EDT del proyecto

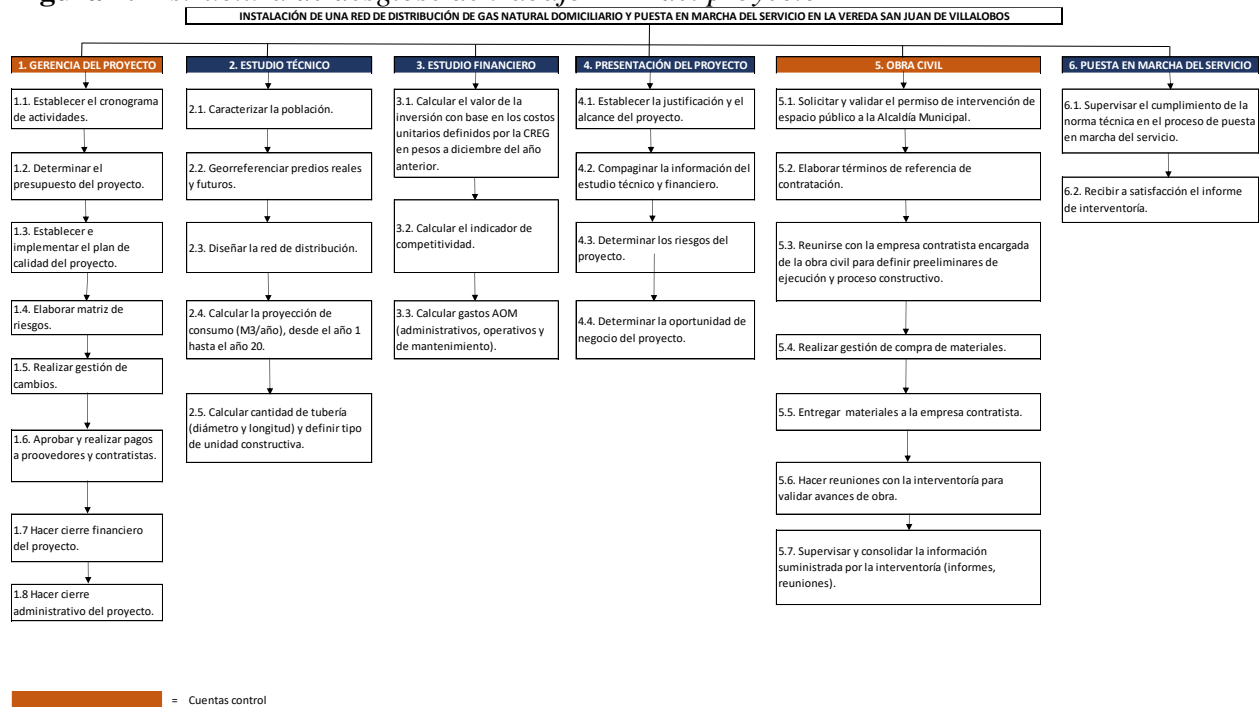


Tabla 2. Diccionario de la EDT

<i>Item EDT</i>	<i>Nombre Componente</i>	<i>Definición Componente</i>	<i>Entregable Definidos</i>	<i>Responsable</i>	<i>Esfuerzo (hr)</i>	<i>Costo Estimado/hr (COP)</i>	<i>Criterios Aceptación</i>
1. Gerencia de proyecto	1.1 Establecer el cronograma de actividades	Elaboración de actividades del proyecto por orden cronológico.	Cronograma actividades	Director Técnico.	24	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
	1.2 Determinar el presupuesto del proyecto	Elaboración del presupuesto, en el que se consignará el costo de cada actividad del proyecto.	Presupuesto del proyecto	Director Técnico.	24	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
		Elaboración del documento que contempla los procedimientos y recursos relacionados con la calidad del proyecto.	Plan de calidad del proyecto	Jefe HSEQ	80	\$ 20.000	Cumple / No Cumple
	1.4 Elaborar matriz de riesgos	Relación de riesgos, causas y controles de los procesos inmersos en el proyecto	Matriz de Riesgos y controles	Director Técnico Jefe Jurídico Jefe HSEQ	24	\$ 180.000	Cumple / No Cumple
	1.5 Realizar gestión de cambios			Director Control Interno			
	1.6 Hacer cierre financiero	Verificación de que todos los ingresos y gastos están imputados y ejecutados	Acta de cierre financiero del proyecto	Director Técnico.	36	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
	1.7 Hacer cierre administrativo	Verificación y documentación para formalizar la aceptación de los entregables del proyecto	Acta de cierre del proyecto / Informe de lecciones aprendidas	Director Técnico.	24	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
	1.8 Aprobar y realizar pagos a proveedores y contratistas	Validaciones con aprobaciones de las facturas e informes de obra	Aprobación de facturas e informes de obra	Director Técnico.	24	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
	1.7 Elaborar y suministrar informe de lecciones aprendidas	Recopilación del conocimiento adquirido sobre la experiencia del proyecto.	Informe de lecciones aprendidas	Director Técnico.	24	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
	2. Estudio técnico	2.1 Caracterizar la población	Actividades desarrolladas por personal especialista en temas técnicos y	Base de datos	Coordinador Redes Coordinador Cartográfico	128	\$ 46.000

<i>Item EDT</i>	<i>Nombre Componente</i>	<i>Definición Componente</i>	<i>Entregable Definidos</i>	<i>Responsable</i>	<i>Esfuerzo (hr)</i>	<i>Costo Estimado/hr (COP)</i>	<i>Criterios Aceptación</i>
	2.2 Georreferenciar predios reales y futuros	cartográficos para sirven para identificar el interés de la población e insumo para desarrollar los diseños de redes y volumen de consumo/año					
	2.3 Diseñar la red de distribución	Elaboración de las redes de distribución proyectado a crecimiento de 20 años, bajo el software Gaswork 10.0	Diseño de Red	Director Técnico	8	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
	2.4 Calcular la proyección de consumo (M3/año), desde el año 1 hasta el año 20	Proyectar consumo de clientes residenciales y comercios bajo histórico de la organización	Tabla con proyección de consumo/año en Excel	Director Técnico	8	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
	2.5 Calcular cantidad de tubería (diámetro y longitud) y definir tipo de unidad constructiva	Proyectar la cantidad de materiales a utilizar en el proyecto con rango de error del 5%	Tabla en Excel con la proyección de material en cantidades	Director Técnico	8	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
3. Estudio financiero	3.1 Calcular el valor de la inversión con base en los costos unitarios definidos por la CREG en pesos a diciembre del año anterior	Elaborar en tabla Excel los costos de la inversión con base en los precios definidos por la Creg. Bajo Res. Tarifaria del año 2013 afectada a precio real dic21 y luego se compara con el APU a cancelar a la empresa contratista.	Tabla en Excel con cantidades y valores en COP del valor de la inversión bajo unidades constructivas Creg	Director Técnico	20	\$ 45.000	Rentabilidad en Redes mínimo del 20%. Rentabilidad en Instalaciones Internas del mínimo 32%.
	3.2 Calcular el indicador de competitividad	Elaborar indicador en tabla Excel	Hoja de Excel con los indicadores y % de cumplimiento	Director Técnico	20	\$ 45.000	Cumplimiento mínimo del 90%

<i>Item EDT</i>	<i>Nombre Componente</i>	<i>Definición Componente</i>	<i>Entregable Definidos</i>	<i>Responsable</i>	<i>Esfuerzo (hr)</i>	<i>Costo Estimado/hr (COP)</i>	<i>Criterios Aceptación</i>
	3.3 Calcular gastos AOM (administrativos, operativos y de mantenimiento)	Elaborar en tabla Excel los gastos de administración, operación y mantenimiento con base en los precios definidos por la Creg. Bajo Res. Tarifaria del año 2013 afectada a precio real dic21 y luego se compara con el gasto real de nómina.	Tabla en Excel con cantidades y valores en COP del valor de la inversión bajo unidades constructivas Creg	Director Técnico Director Planeación	22	\$ 90.000	Rentabilidad en gastos AOM mínimo 20%
4. Pesentación del proyecto	4.1 Establecer la justificación y el alcance del proyecto	Elaborar documento en Word	Documento en formato Word	Director Técnico	32	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
	4.2 Compaginar la información del estudio técnico y financiero	Elaborar documento en Word consolidado la información del estudio financiero y técnico	Tabla en Excel con el consolidado de resultados	Director Técnico	32	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
	4.3 Determinar los riesgos del proyecto	Elaborar matriz en tabla Excel, modelo estandarizado por la organización y codificado en el SIG	Tabla en Excel con el consolidado de resultados	Director Técnico Jefe Jurídico Jefe HSEQ Director Control Interno	32	\$ 180.000	Cumple / No Cumple
	4.4 Determinar la oportunidad de negocio del proyecto	Elaborar documento en Word, indicando el por qué y para qué del proyecto, es decir beneficio.	Documento en formato Word	Director Técnico Director Planeación	32	\$ 90.000	Cumple / No Cumple
	5.1 Solicitar y validar el permiso de intervención de espacio público a la alcaldía municipal	Elaboración de la solicitud por medio escrito bajo parámetros de la administración municipal y el Instituto nacional de Vías	Documento para solicitud de licencia de intervención de espacio público	Director Técnico Jefe Jurídico	40	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
5.2 Elaborar términos de referencia de contratación	Elaborar documento donde se relacionan los términos para el proceso de contratación en los	Documento en formato Word	Director Técnico Jefe Jurídico Jefe HSEQ Director	64	\$ 180.000	Cumple / No Cumple	

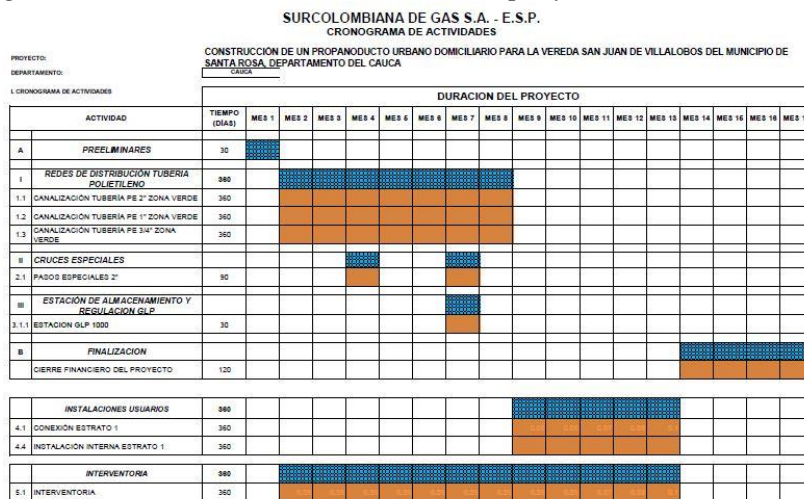
<i>Item EDT</i>	<i>Nombre Componente</i>	<i>Definición Componente</i>	<i>Entregable Definidos</i>	<i>Responsable</i>	<i>Esfuerzo (hr)</i>	<i>Costo Estimado/hr (COP)</i>	<i>Criterios Aceptación</i>
		aspectos técnicos, jurídicos y HSEQ.		Control Interno			
5.3	Reunirse con la empresa contratista encargada de la obra civil para definir preliminares de ejecución y proceso constructivo	Revisar avance de obra	Formato de reuniones codificado por la organización e incluido en el SIG	Director Técnico	24	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
5.4	Realizar gestión de compra de materiales	Actividad que se desarrolla para la adquisición de materiales	Solicitud de pedido por medio de plataforma de Compras	Jefe de Compras	64	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
5.5	Entregar materiales a la empresa contratista	Actividad para el reclamo de materiales de la organización hacia el contratista	Formato de entrega y descarga de materiales	Director Técnico	160	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
5.6	Hacer reuniones con la interventoría para validar avances de obra.	Seguimiento y validación de aspectos de ley bajo lista de chequeo definida por la organización y codificada en el SIG	Informe en formato Word	Director Técnico	20	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
5.7	Supervisar y consolidar la información suministrada por la interventoría (informes, reuniones)	Reuniones se seguimiento periódicas	Formato de reuniones codificado por la organización e incluido en el SIG	Director Técnico	20	\$ 45.000	Cumple / No Cumple
6.1	Supervisar el cumplimiento de la norma técnica en el proceso de puesta en marcha del servicio	Diligenciamiento de formatos que avalan la actividad en campo y estan codificados en el SIG.	Formato de avance de obra codificado por la organización e incluido en el SIG	Interventoría	64	\$ 45.000	Cumple / No Cumple

Item EDT	Nombre Componente	Definición Componente	Entregable Definidos	Responsable	Esfuerzo (hr)	Costo Estimado/hr (COP)	Criterios Aceptación
6. Puesta en marcha del servicio	6.2 Recibir a satisfacción el informe de la interventoría	Revisión del informe parcial y final del proceso constructivo	Informe en formato Word	Director Técnico	24	\$ 45.000	Cumple / No Cumple

3.3 Gestión del cronograma del proyecto

El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p.173) contempla que los procesos de gestión del cronograma del proyecto son: planificar la gestión del cronograma, definir las actividades, secuenciar las actividades, estimar la duración de las actividades, desarrollar el cronograma, y controlar el cronograma. La Figura 8 presenta el cronograma de actividades de la Obra civil, planteado por la empresa SURGAS S.A. E.S.P., y que corresponde al Apéndice F de este documento. El análisis del cronograma de actividades del proyecto se desarrollará en la sección 5.4 de este trabajo académico.

Figura 8. Cronograma de actividades de Obra civil del proyecto



DIEGO FERNANDO ARCE PEREZ
M.P. 10720
Profesional de Planeación
Surgas S.A. E.S.P.


LUIS ALBERTO MARTINEZ VILLEGAS
T.º. CN 230 - 105489
Jefe Redes y Proyectos
Surgas S.A. E.S.P.

Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023).

3.4 Gestión de la Calidad del Proyecto

El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p.271) plantea que la Gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer los objetivos de los interesados.

SURGAS S.A. E.S.P. es una compañía que cuenta con un sistema de gestión de calidad consolidado con certificación en ISO 9001 de 2015; en el año 2014 el sistema integrado de gestión (SIG) fue auditado por el Icontec bajo los estándares ISO 9001: 2015, con los siguientes alcances:

Construcción de acometidas e instalación de redes internas de gas domiciliario. Compra, almacenamiento en estaciones y distribución de gas por redes a través de su canal comercial y residencial.

Su alcance cubre la distribución de 65 estaciones de gas combustible.

Se cuenta con certificado de responsabilidad social desde el año 2017, otorgado por La Corporación Fenalco Solidario Colombia.

Una vez ejecutada la auditoría el proceso de distribución y comercialización de gas combustible, recibió la certificación en todas las normas, con vigencia de septiembre de 2020 a septiembre de 2023. Los resultados de este proceso son presentados de forma periódica a la gerencia general para su validación.

Partiendo de la política de calidad de la compañía, y tomando como base el ciclo PHVA, presentado en la Figura 9, el cual es entendido como una herramienta de mejora integral, que presenta 4 fases continuas donde las salidas de una fase son las entradas de la siguiente fase, asegurando que se forme una red de trabajo de calidad (ISO 9011:2015). La Tabla 3 presenta la

política de calidad planteada para el proyecto, alineada a la metodología, los objetivos y las acciones a tomar.

Figura 9. *Ciclo de mejora PHVA*



Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023).

Tabla 3. *Gestión de la calidad del proyecto*

Etapa	Actividad
<i>Planear</i>	Determinar Objetivos
	Determinar Alcance
	Determinar Requerimientos
	Establecer EDT
	Determinar Cronograma
	Evaluar Costos
	Establecer Riesgos
	Determinar sistema de comunicación
	Determinar sistema de control y seguimiento
	Realizar acta de constitución del proyecto
<i>Hacer</i>	Análisis de interesados
	Diseñar las redes de distribución
	Lista de requerimientos
<i>Verificar</i>	Criterios de aceptación
	Acompañamiento del cronograma
	Vigilancia de los riesgos
<i>Actuar</i>	Monitoreo de entregables
	Tomar acciones correctivas en desviaciones del cronograma
	Seguimiento a implementación de acciones correctivas
	Validación de requerimientos

Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023).

3.4.1 Responsabilidades y Roles

El equipo de trabajo está conformado por roles directivos y operativos, como se indica a continuación:

- Director de calidad: representa a la gerencia de la empresa.
- Coordinador de calidad: coordina el seguimiento en campo del proceso para mantener el alcance dentro de los lineamientos del modelo de calidad.

3.5 Gestión de los costos del proyecto

Según el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 231), 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. Los procesos de gestión de los costos del proyecto son: planificar la gestión de costos, estimar los costos, determinar el presupuesto, y controlar los costos. Para el proyecto en cuestión, se tomó como base la Cuantificación de materiales y presupuesto (Figura 10) del Estudio Técnico San Juan de Villalobos (Apéndice A). El análisis del presupuesto del proyecto se desarrollará en el Plan de Gestión de los costos, sección 5.5 de este documento.

Figura 10. Cuantificación de Materiales y Presupuesto San Juan de Villalobos

CONSTRUCCIÓN DE UN PROPANODUCTO URBANO DOMICILIARIO PARA LA VEREDA SAN JUAN DE VILLALOBOS DEL MUNICIPIO DE SANTA ROSA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA					
UNIDADES CONSTRUCTIVAS CREG (RESOLUCION 202 DE 2013)					
(Fecha de Actualización enero de 2023)					
I. REDES DE DISTRIBUCIÓN TUBERÍA POLIETILENO - HOMOLOGADA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTID	VR. UNITARIO CREG 2022 (*)	VR. PARCIAL
1.20	CANALIZACIÓN TUBERÍA PE 1" ZONA VERDE	ML	1,909.00	\$ 34,296.00	\$ 65,471,064.00
	Total metros lineales tubería de PE 1"	ML	1,909.00		
1.25	CANALIZACIÓN TUBERÍA PE 3/4" ZONA VERDE	ML	5,536.00	\$ 30,107.00	\$ 166,672,352.00
	Total metros lineales tubería de PE 3/4"	ML	5,536.00		
	TOTAL METROS LINEALES DE TUBERÍA POLIETILENO	ML	7,446.00		
COSTO TOTAL REDES ITEMS I					\$ 232,143,416.00
II. CRUCES ESPECIALES - NO HOMOLOGADA					
2.1	PASO ATIRANTADO 3"	ML	90.00	\$ 1,727,722.00	\$ 155,494,980.00
COSTO TOTAL REDES ITEMS I					\$ 155,494,980.00
III. ESTACION DE ALMACENAMIENTO Y REGULACION - NO HOMOLOGADA					
3.1	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO G.L.P.				
3.1,1	ESTACION GLP 2000	UN	1.00	\$ 138,894,095.00	\$ 138,894,095.00
COSTO TOTAL ESTACION DE REGULACION III.					\$ 138,894,095.00
IV. INSTALACIONES DE GAS LICUADO DEL PETROLEO DOMICILIARIO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTID	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
4.1	Conexión Estratos 1	GL	215.00	\$ 809,067.00	\$ 173,949,405.00
4.4	Internas 1, 2	GL	215.00	\$ 1,019,971.00	\$ 219,293,765.00
COSTO TOTAL INSTALACIONES INTERNAS IV.					\$393,243,170.00
INTERVENTORIA					\$40,358,850.00
TOTAL PRESUPUESTO					\$960,134,511

DIEGO FERNANDO ARCE PEREZ
 TP 10720
 Profesional de Planeación

LUIS ALBERTO MARTINEZ VILLEGAS
 TP CN 230-105489
 Jefe de Redes y Proyectos

Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023).

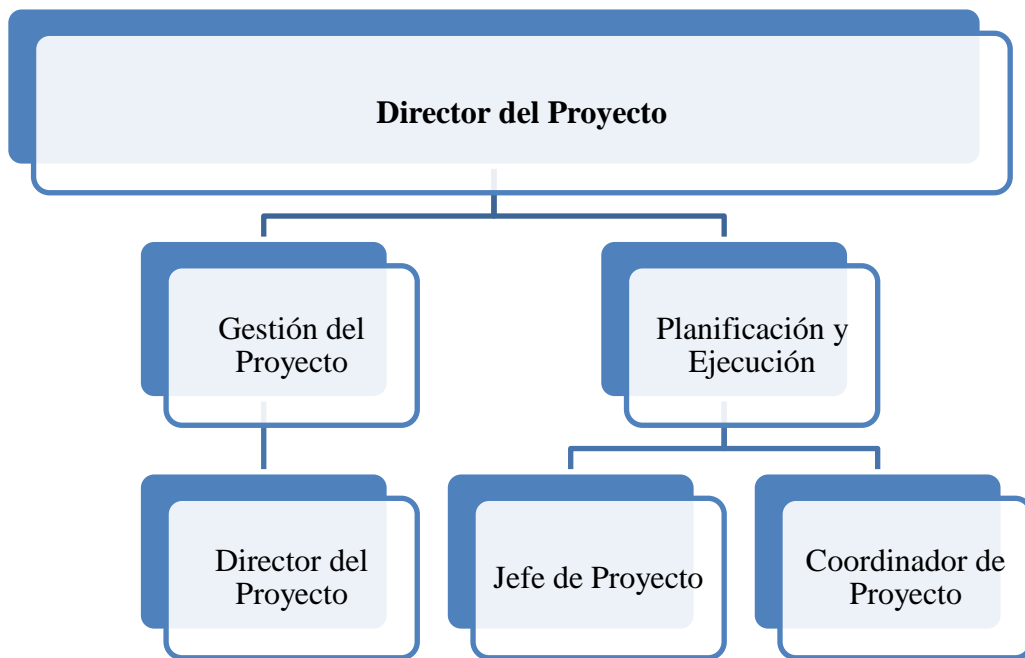
3.6 Gestión de los Recursos del Proyecto

De acuerdo con el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p.307), la gestión de los recursos del proyecto explica lo referente a la planificación de los recursos de las actividades,

entendiéndose recursos como el equipo humano necesario y los materiales, equipos herramientas, suministros etc., que se requerirán para la ejecución del proyecto.

La Guía del PMBOK (Project Management Institute, 2017); define la estructura de desglose de recursos (EDR) como una lista jerárquica de los recursos, que se utiliza para facilitar la planificación y el control del trabajo del proyecto. En la Figura 11, se puede apreciar la estructura de desglose de recursos del proyecto.

Figura 11. Estructura de Desglose de Recursos EDR



El análisis de los recursos del proyecto se desarrollará en la sección 4.3.7 de este documento, Plan de gestión de los recursos.

3.7 Gestión de los riesgos del proyecto

La gestión de los riesgos del proyecto, según el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p.395), es un área de conocimiento desarrollada en los grupos de procesos de planificación, ejecución, y monitoreo y control, e 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” (Guía del PMBOK®, 2017, p.395). La matriz de riesgos del proyecto se desarrollará en la sección 4.3.9 de este documento.

El análisis de riesgos del proyecto consta de: identificación, evaluación y amenaza; análisis de vulnerabilidad; y evaluación del riesgo.

Tabla 4. Identificación, evaluación y amenaza de los riesgos

<i>Identificación de las amenazas</i>								
¿Existen antecedentes de amenazas en la zona en la cual se pretende ejecutar el proyecto?								
Si								
¿Cuáles?	Tipo de evento	Indique si el evento asociado a la amenaza se ha presentado en la zona donde se ejecutará el proyecto.	Nombre del documento / Fuente de información	Otro. ¿Cuál?	¿Existen estudios que pronostican la probable ocurrencia de amenazas en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto?	Nombre del documento / Fuente de información	Otro. ¿Cuál?	Indique si el evento podría llegar a presentarse en un futuro, de acuerdo a información técnica
Sismos	Si	Natural	Si	Otros	Radio y prensa	Si	Estudios de zonificación de amenazas sísmica / Servicio Geológico Colombiano	Si

Identificación de las amenazas

<i>Tsunami</i>	No							
<i>Erupción volcánica</i>	No							
<i>Huracanes</i>	No							
<i>Vendavales</i>	No							
<i>Erosión costera</i>	No							
<i>Aumento del nivel del mar</i>	No							
<i>Olas de calor</i>	Si	Natural	Si	Información de pronósticos meteorológicos		No		Si
<i>Movimientos en masa</i>	Si	Socio-natural	Si	Otros	Radio y prensa	Si	Cartografía de la zona	Si
<i>Avenidas torrenciales (avalanchas)</i>	No							
<i>Inundaciones</i>	Si	Socio-natural	Si	Otros	Radio y prensa	Si	Modelo Hidrológico / IDEAM	Si
<i>Incendios forestales</i>	Si	Socio-natural	Si	Otros	Radio y prensa	No		Si
<i>Incendios estructurales</i>	No							
<i>Derrames de hidrocarburos</i>	No							
<i>Contaminación</i>	No							
<i>Otro.¿Cuál?</i>	No							
<i>Indique el nombre de</i>								

Identificación de las amenazas

la otra
amenaza

¿Existe probabilidad que durante la vida útil del proyecto pueda presentarse alguna de las amenazas identificadas en las preguntas anteriores? Si

¿La información existente y disponible sobre ocurrencia de amenazas en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto es suficiente para tomar decisiones relacionadas con la formulación del mismo? Si

¿Qué se puede inferir de la identificación de amenazas?

Por la naturaleza del proyecto, se requiere análisis de vulnerabilidad y evaluación del riesgo.

Evaluación de las amenazas

Valoración de la amenaza con base en frecuencia e intensidad

Amenaza por tipo de evento	Frecuencia* (a) Siendo 0 ocurrencia en el largo plazo y 4 una ocurrencia en el muy corto plazo				Intensidad* * (b) Siendo 0 afectación por amenaza leve y 4 alta				Valoración por Amenaza (Alta- Media- Baja)
	1	2	3	4	0	1	2	4	
Naturales	Sismos			1	1			1	
	Tsunami								
	Erupción volcánica								
	Huracanes								

Identificación de las amenazas

	Vendavales			
	Erosión costera			
	Aumento del nivel del mar			
	Olas de calor	2	1	1,5
Socio naturales	Movimientos en masa	2	1	1,5
	Avenidas torrenciales (avalanchas)			
	Inundaciones	2	0	1
	Incendios forestales	1	0	0,5
Antrópicos	Incendios estructurales			
	Derrames de hidrocarburos			
	Contaminación			
Otras:				

Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023).

Tabla 5. Análisis de vulnerabilidad

<i>Vulnerabilidad por exposición (localización)</i>	SI/NO	Escala	Nivel
¿La localización escogida para el proyecto evita su exposición a amenazas?	No	1	Está expuesto
<i>Vulnerabilidad por resistencia (fragilidad)</i>	SI/NO		
¿El diseño del proyecto tiene en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	Fragilidad baja

<i>Vulnerabilidad por exposición (localización)</i>	SI/NO	Escala	Nivel
¿La programación del cronograma de actividades del proyecto toma en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	
¿La alternativa propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	
¿Los diseños y la construcción de la infraestructura tienen en cuenta el potencial impacto de fenómenos naturales y/o climáticos extremos durante la vida útil del proyecto?	Si	0	
¿En una perspectiva de ciclo de vida, los materiales de construcción consideran las características, climáticas, geográficas y físicas futuras de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	
<i>Vulnerabilidad por resiliencia</i>	SI/NO		
¿El diseño y propuesta del proyecto dispone de seguros ante desastres?	Si		
¿El proyecto incluye mecanismos técnicos, financieros y organizativos (plan de contingencia) para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de un desastre? (<i>Aplica para proyectos que se enmarquen en el Artículo 42. De la Ley 1523 de 2012</i>)	No	1	
<i>Total, susceptibilidad</i>		1	

Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023).

Tabla 6. *Evaluación del riesgo*

	<i>Fragilidad</i>	<i>Resiliencia</i>	<i>Total</i>
Total susceptibilidad	0	1	1
	<i>Exposición</i>	<i>Susceptibilidad</i>	<i>Total</i>
<i>Total vulnerabilidad</i>	1	1	2
	<i>Amenaza</i>	<i>Vulnerabilidad</i>	<i>Total</i>
<i>Índice de riesgo</i>	3	2	6
<i>Nivel de riesgo</i>	<i>Valoración de la escala</i>		<i>Interpretación</i>

	<i>Fragilidad</i>	<i>Resiliencia</i>	<i>Total</i>
Bajo	4,41	El proyecto no presenta riesgos significativos en su ejecución.	
<i>Medidas de reducción de vulnerabilidad</i>			
Ejecutar el proyecto bajo los lineamientos ambientales de acuerdo a la Resolución 1023 de 2005.			
Realizar las construcciones del proyecto bajo la NTC 3728, 2505			
Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023)			

3.8 Gestión de las comunicaciones del proyecto

El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 359) indica la gestión de las comunicaciones del proyecto consta de dos partes. La primera parte consiste en desarrollar una estrategia para asegurar que la comunicación sea eficaz para los interesados. La segunda parte consiste en llevar a cabo las actividades necesarias para implementar la estrategia de comunicación. La Tabla 5 comprende la matriz de comunicaciones del proyecto:

Tabla 7. Matriz de comunicaciones del proyecto

Matriz de comunicaciones del proyecto																					
Qué	Quién	A quién	Cómo (dimensiones)						Periodicidad					Medio			Ubicación evidencia				
			Interna	Externa	Formal	Informal	Oficial	No oficial	Oral	Escrita	Única	Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual	Semestral		Acta	e-mail	Telefónico	Correo físico
Reunión de apertura	Directo del proyecto	Equipo del proyecto	X	X						X						X				X	Carpe ta del proye cto
Reuniones de	Directo del	Equipo del	X					X			X									X	Carpe ta del

Matriz de comunicaciones del proyecto																					
Qué	Quién	A quién	Cómo (dimensiones)							Periodicidad			Medio			Ubicación evidencia					
			Interna	Externa	Formal	Informal	Oficial	No oficial	Oral	Escrita	Única	Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual		Semestral	Acta	e-mail	Telefónico	Correo físico
coordinación interna	proyecto	proyecto																			proyecto
Socialización del proyecto	Director del proyecto	Habitantes de la vereda		X					X											X	Carpetas del proyecto
Censo de población afectada	Área de cartografía	Habitantes de la vereda		X	X			X	X											X	Carpetas del proyecto
Información sobre población y predios	Coordinador de redes / Coordinador cartográfico	Director del proyecto	X						X	X					X						Carpetas del proyecto
Presentación del proyecto	Director del proyecto	Junta directiva de la empresa	X	X	X			X	X											X	Carpetas del proyecto
Información sobre términos de referencia de contratación	Director del proyecto	Área de talento humano / Área jurídica	X	X				X	X											X	Carpetas del proyecto
Información sobre contratos de mano de obra, interventoría y compra de materiales	Director del proyecto	Área de talento humano / Área contable	X	X				X	X											X	Carpetas del proyecto

Matriz de comunicaciones del proyecto																					
Qué	Quién	A quién	Cómo (dimensiones)							Periodicidad				Medio		Ubicación evidencia					
			Interna	Externa	Formal	Informal	Oficial	No oficial	Oral	Escrita	Única	Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual		Semestral	Acta	e-mail	Telefónico	Correo físico
Definición de preliminares de ejecución y proceso constructivo	Director del proyecto	Empresaria contratista encargada de la obra civil		X	X															X	Carpetta del proyecto
Reuniones de seguimiento de obra	Empresaria contratista encargada de la obra civil	Director del proyecto		X	X								X			X				X	Carpetta del proyecto
Validación de cumplimiento de la norma técnica en la puesta en marcha del servicio	Área de calidad	Director del proyecto	X		X					X			X			X					Carpetta del proyecto
Retroalimentación respecto a avances del proyecto	Director del proyecto	Equipo del proyecto	X		X				X				X							X	Carpetta del proyecto
Reunión de cierre	Director del proyecto	Equipo del proyecto	X		X					X						X				X	Carpetta del proyecto

3.9 Gestión de los interesados del proyecto

El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 503) contempla que la gestión de los interesados del proyecto incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados 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. Los interesados del proyecto se enlistan a continuación:

- Socios accionistas: Son los dueños del capital de la empresa. Su interés radica en la rentabilidad de los proyectos que la empresa ejecute. Reciben información del grupo de profesionales que los representa en la junta directiva.
- Profesionales representantes de los socios accionistas: Asisten a las reuniones de junta directiva en representación de los socios accionistas. Reciben información de los proyectos por parte de la gerencia de la empresa, y deciden si los avalan o no.
- Gerencia de la empresa: Solicita y organiza la información suministrada por la dirección técnica. De acuerdo a los estudios de viabilidad técnica y financiera, es la encargada de aprobar o no los proyectos.
- Dirección técnica: Encargada de los diseños e instalación de las redes de distribución. Realiza los estudios de viabilidad técnica y financiera del proyecto.
- Población de la vereda San Juan de Villalobos: Se verá afectada positivamente por el proyecto. Espera la instalación de la red domiciliaria de gas natural.

A continuación, la Figura 12 representa la matriz de Interés-Poder, la cual muestra el grado de influencia de los interesados. Como se puede apreciar, este proyecto no cuenta con un tipo de interesado con poder e interés bajos, ni con un tipo de interesado con poder alto e interés bajo.

Tabla 9. *Matriz de Análisis de Interesados del Proyecto*

<i>Interesado</i>	<i>Nombre</i>	<i>Cargo</i>	<i>Influencia en el proyecto</i>	<i>Clasificación</i>
Representantes de los socios accionistas.	Representante 1 Representante 2 Representante 3	Apoderados de los socios ante la junta directiva.	Otorgan o niegan el aval para la ejecución del proyecto.	Externo / Partidario.
Gerencia de la empresa.	Javier F. Escobar	Gerente general.	Aprueba la presentación del proyecto ante la junta directiva.	Interno / Partidario
Dirección técnica.	Luis A. Martínez.	Director técnico.	Determina la viabilidad del proyecto.	Interno / Partidario
Representantes de la población de la vereda.	Representante 1 Representante 2 Representante 3	Representantes de la junta de acción comunal de la vereda.	Ninguna.	Externo / Partidario.

3.10 Gestión de las adquisiciones del proyecto

La gestión de las adquisiciones del proyecto, según el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 459), incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto. Planificar la gestión de las adquisiciones del proyecto es el proceso de documentar las decisiones de adquisiciones del proyecto, especificar el enfoque e identificar a los proveedores potenciales. A continuación, se presenta una breve descripción de los recursos necesarios para iniciar y desarrollar el proyecto:

- Los equipos de cómputo hacen parte de los activos de la compañía y se utilizarán para la totalidad del desarrollo del proyecto.
- La impresora y los equipos de comunicación son adquiridos de forma directa y hacen parte de los activos de la compañía.
- Los contratos para el personal que estará presente todo el proyecto serán a término indefinido.

El costo de los anteriores recursos se incluirá en cada ítem correspondiente del presupuesto del proyecto.

El análisis de las adquisiciones del proyecto se desarrollará en la sección 4.3.10 de este documento.

4. Resultados

4.1 Análisis de los requerimientos específicos

La visualización de este tipo de proyectos surge por dos tipos de interesados: el primero, la empresa Surcolombiana de gas S.A. E.S.P., que bajo la revisión en la zona de cobertura donde realiza distribución y comercialización de gas combustible, identifica potencial de nuevos clientes e inicia el proceso de planeación del proyecto para ser entregado a los directivos y lograr el visto bueno para su aprobación; el segundo es el cliente externo, es decir, interesados como: entidades territoriales (gubernación, alcaldías, concejo municipal y presidentes de junta de acción comunal) y comunidad directamente a beneficiar de servicio público de gas combustible, quienes notifican a la empresa Surcolombiana de gas S.A. E.S.P., por medio escrito, la intención de la comunidad en adquirir el servicio público, y la empresa inicia el proceso de levantamiento de información en campo, para luego elaborar el proyecto que será presentado a los directivos. Para el proyecto que se trata en este ejercicio académico, se presentó el segundo caso: la alcaldía del Municipio de Santa Rosa solicitó formalmente a la empresa Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. la elaboración de los estudios de preinversión para el proyecto “Construcción propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, departamento del Cauca”. A

partir de estos estudios, contemplados como apéndices en este documento, se extraen los requerimientos que servirán de línea base del proyecto

La información que se relaciona a continuación está basada en el Estudio técnico de ingeniería construcción de un propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos de Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca (Apéndice A).

Se ha demostrado que el uso de la energía eléctrica y la gasolina en Colombia, distan considerablemente de ser económicos, para ser empleados en las cocinas de las viviendas. Un porcentaje excesivo de la energía eléctrica generada se orienta a satisfacer al sector doméstico, cuando se dispone de energéticos mucho más económicos para atender los consumos básicos de este sector. Para usos de cocción, que representan cerca del 80% de las necesidades de energía de las familias colombianas, la utilización de gas combustible y en su defecto de gas propano (G.L.P.), originan considerables ahorros, al sustituir el uso de energía eléctrica y otros combustibles que comparativamente resultan más costosos y no amigables con el medio ambiente, que los mencionados gases.

Dado el alto costo de la energía eléctrica, la gasolina, la tala de bosques con impactos negativos al medio ambiente y que afectan, tanto a la economía nacional como a los usuarios, resulta fundamental adelantar estos programas de distribución de gas propano por redes (propanoductos) en las ciudades y poblaciones del país, que permiten grandes beneficios a las familias colombianas.

En los últimos años, se ha tenido un importante crecimiento en cobertura de usuarios con servicio de GLP por redes, gracias al apoyo decidido del gobierno nacional en la cofinanciación en esta clase de proyectos, que benefician a un número cercano de 48.000 familias en 65 localidades, concentradas en los departamentos de Santander, Boyacá, Tolima, Huila y Cauca;

dentro del cual SURGAS S.A E.S.P. atiende más de 42 localidades, principalmente en el Huila y Cauca.

Como se mencionó anteriormente, el alcalde de Santa Rosa desea presentar, a la comunidad que dirige, una alternativa viable para dotar a la vereda de San Juan de Villalobos de un sistema de distribución domiciliaria de gas, cumpliendo con todas las especificaciones técnicas y de seguridad, así como todas las normas legales que rigen el sector.

La población beneficiada con este proyecto cuenta con servicio de energía eléctrica, acueducto, alcantarillado y servicio de aseo, siendo proporcionados por el municipio de Santa Rosa (C). Poseen centros de salud, instalaciones deportivas, colegios y escuelas. La red vial del municipio en mención no está pavimentada en concreto o pavimento flexible. El municipio es eminentemente agrícola y ganadero, lo que genera una alta demanda de mano de obra. La industria se puede considerar incipiente, y se reduce a unos pocos microempresarios, que se han asociado, con el propósito de integrar esfuerzos financieros y humanos en pro del desarrollo comunitario.

Actualmente, la población soluciona el problema de energía utilizando sistemas individuales de energía eléctrica, gasolina, leña, y en mediana proporción, el gas propano en cilindros. Pero el uso de energía eléctrica y gasolina tiene un gran costo, lo que hace que las familias de escasos recursos no los utilicen. Estas familias de escasos recursos económicos utilizan materia vegetal, como la leña, demandando un alto costo ambiental, debido a que talan los bosques para ser incinerados en hornillas y hornos rudimentarios, produciendo deterioro de las fuentes hídricas, de la fauna y flora, lo cual genera dificultad de vida en los pobladores de la región y al mismo tiempo afecta la imagen ecológica que poseen en el municipio de Santa Rosa (C).

Debido a la necesidad nacional de reducir costos en el consumo de energía, los consumidores residenciales, comerciales e industriales han buscado nuevas alternativas

energéticas para la generación de calor, cocción de alimentos y el calentamiento de agua, y que así mismo reduzca los índices de quemaduras o incendios en los hogares. En tal sentido, el gobierno nacional ha encontrado en el gas domiciliario una alternativa energética eficiente, económica y segura, y está propendiendo por estimular sus usos como sustituto de la energía eléctrica. La alternativa seleccionada se torna beneficiosa respecto al medio ambiente, por cuanto no se realiza la tala de árboles para obtener leña, y de igual manera, se podrá proteger los nacimientos de los ríos y quebradas cercanas a las cabeceras municipales, que es donde se obtiene el preciado líquido para los acueductos municipales. Las consecuencias del proyecto de gas domiciliario sobre el terreno serán mínimas, ya que las excavaciones que se realizarán para instalar las tuberías de polietileno son de poca profundidad, y serán realizadas en áreas ya afectadas por trabajos de urbanismo.

Uno de los sistemas viables para estas regiones de nuestro país es el denominado gasoducto: proyecto de distribución domiciliaria de gas natural y gas licuado del petróleo (GLP o gas propano) por redes físicas. La tecnología denominada *gasoductos* permite dotar del servicio de gas combustible domiciliario a los diferentes núcleos urbanos (ciudades, poblaciones, inspecciones, conglomerados, barrios, veredas, etc.) que desean contar con este servicio público esencial. Este sistema permite la distribución de gas natural y gas licuado del petróleo (G.L.P. o gas propano) a través de tuberías para ser transportada hasta los diferentes consumidores potenciales, utilizando una tecnología apropiada y segura. Por lo tanto, son dos sistemas versátiles, confiables, seguros y que permiten establecer una solución apropiada para la realidad de las Comunidades Colombianas.

La utilización del sistema de distribución por cilindros portátiles de gas propano, puede ser sensible en los momentos actuales de seguridad y orden público en Colombia. La distribución de

gas propano en cilindros tiene una relativa presencia en la zona procedente de países vecinos que a menor precio dejan pasar este combustible, sin los debidos controles, para lo cual se hace necesario que las autoridades colombianas presten atención a este tipo de prácticas. Finalmente, el servicio de gas domiciliario por redes representa un ahorro económico para el común de la gente y evita posiciones dominantes en el mercado del gas y al mismo tiempo mejora las condiciones de seguridad de la ciudadanía en general.

Un gran número de ciudades, poblaciones y centros humanos del país, no cuentan con un sistema de distribución domiciliaria de gas combustible por red física. El único servicio de gas es el denominado red humana (distribución de cilindros portátiles en vehículos despachadores), que como ya se mencionó, se han convertido en un factor de riesgo para las ciudades y sus habitantes. Además, este sistema presenta falencias en lo correspondiente a la medida por la que se paga. Es de amplio conocimiento que un cilindro portátil no siempre tiene la cantidad establecida de gas propano. Por otra parte, algunos habitantes utilizan en sus hogares para cocción de alimentos la energía eléctrica, la gasolina y la leña. El uso de energía eléctrica y gasolina tienen gran costo tanto para la comunidad como para el país. El uso de la leña atenta todos los días contra el medio ambiente, situación que debe solucionarse en el menor tiempo posible, por cuanto el daño ecológico es supremamente alto e irreparable.

El objetivo de un proyecto de gasoducto es ofrecer a las ciudades y poblaciones la posibilidad de contar con el servicio de gas combustible domiciliario ya sea gas natural o gas licuado del petróleo según sea el sistema en la vereda de San Juan de Villalobos y de esta manera solucionar su problema energético, especialmente para la cocción de sus alimentos y calentamiento de agua residencial. Además, este sistema podrá ser utilizado para los diferentes usos comerciales (restaurantes, panaderías, escuelas, centros de salud, ancianatos, etc.) y en los establecimientos

micro industriales, agroindustriales, etc. Por lo tanto, se debe construir la infraestructura adecuada y necesaria, según especificaciones técnicas, para el suministro del gas combustible domiciliario, a fin de proporcionar mejoramiento y bienestar a la población beneficiada. El sistema de propanoducto es técnica y económicamente viable.

En la mayoría de las ciudades del mundo, antes de acometer obras de gasoductos grandes, se mide la aceptación del sistema de distribución domiciliario con las instalaciones de gas masivas servidas con G.L.P. En Colombia se tienen ejemplos de proyectos que se han realizado utilizando el sistema de distribución por red con G.N. y G.L.P. en los diferentes conjuntos residenciales, como en poblaciones y ciudades.

En el Departamento del Cauca, desde el año 2015, la empresa SURGAS inició con la gasificación en los municipios de Páez (Rio Chiquito, Itaibe y Belalcázar), el casco urbano y centro poblado de San Francisco, del municipio de Inza, y en el año 2018 el centro poblado de Pedregal, en el mismo municipio.

4.1.1 Cumplimiento Resolución CREG 067 de 1995

Por la cual establece el código de distribución de gas combustible por redes. Este código busca cumplir los siguientes objetivos:

- Definir los derechos y responsabilidades entre distribuidores, comercializadores y usuarios, además de fijar los principios y procedimientos que definen las relaciones entre los diferentes usuarios de los sistemas de distribución, los comercializadores y los distribuidores.

- Establecer los criterios de planeación de los sistemas de distribución de gas combustible por redes, en condiciones de eficiencia y seguridad, para la determinación de las fórmulas tarifarias.
- Garantizar la prestación continua e ininterrumpida del servicio, sin excepción alguna, salvo cuando existan razones de fuerza mayor o caso fortuito, o de orden técnico o económico que así lo exijan.
- Garantizar que todos los usuarios conectados, en proceso de conexión o que proyecten conectarse a los sistemas de distribución, tengan los mismos derechos y deberes y las mismas condiciones de calidad, confiabilidad, continuidad y seguridad en el servicio, manteniendo el principio de neutralidad. Dicho principio exige, dentro de las mismas condiciones, un tratamiento igual para los usuarios, sin discriminaciones diferentes a las condiciones y características técnicas de la prestación del servicio.
- Fijar unos lineamientos mínimos que sirvan de marco de referencia a las empresas para la elaboración de los contratos de condiciones uniformes exigidos por la Ley 142 de 1994.

4.1.2 Cumplimiento Resolución CREG 100 de 2003

Por la cual se adoptan los estándares de calidad en el servicio público domiciliario de gas natural y GLP en Sistemas de Distribución por redes de tubería.

Los estándares de calidad de que trata la presente resolución son aplicables en su totalidad a los usuarios que se conectan a sistemas de distribución de gas natural por redes de tuberías y, a los usuarios que se conecten a sistemas de distribución de GLP por redes de tuberías, según lo establecido en la presente resolución. La lectura, medición y reporte de los estándares aquí establecidos, es responsabilidad del distribuidor, y cada agente de la cadena será el responsable

por el incumplimiento que cause a los indicadores establecidos en esta resolución según corresponda.

Para medir la calidad en la prestación del servicio técnico y del producto en la prestación del servicio público de gas combustible por redes, se establecen los siguientes indicadores:

DES Duración Equivalente de Interrupción del Servicio: Tiempo total de interrupción del servicio a cada usuario durante un mes. Se excluyen las interrupciones originadas por las causales establecidas en los artículos 139, 140 y 141 de la Ley 142 de 1994 o normas que las modifiquen e, interrupciones por conexión de nuevos usuarios.

IPLI Índice de Presión en Líneas Individuales: Porcentaje de mediciones de la presión dinámica de suministro que se encuentra en el rango de presiones de referencia, definido en la presente Resolución para el parámetro de medida.

IO Índice de Odorización: Porcentaje de mediciones del nivel de la concentración de odorante en el gas distribuido, que se encuentran dentro del rango de referencia definido en la presente Resolución para el parámetro de medida.

4.1.3 Relación de los Equipos con los cuales se manejará el G.L.P.

Para el manejo del G.L.P., es necesario contar con equipos suficientemente capaces de garantizar el adecuado funcionamiento del sistema. Estos equipos son:

Tanque de almacenamiento de G.L.P. de 2.000 galones aproximados, el cual está fabricado bajo las especificaciones del Código ASME (American Society of Mechanical Engineers), Sección VIII, División 1.

Accesorios y equipos para el funcionamiento y control de los tanques de almacenamiento del Gas Licuado del Petróleo (G.L.P.): Sistema de regulación doble, trabajador - monitor para

controlar el gas, tuberías metálicas para alta, media y baja presión; tuberías de polietileno para media presión; sistema de regulación y medición en cada unidad de vivienda, accesorios y elementos para las instalaciones domésticas y comerciales.

4.1.4 Gasodomésticos o equipos a gas que consumirán este combustible

Para cada unidad de vivienda se ha considerado solamente la estufa como el gasodoméstico a consumir G.L.P. Se consideran las instalaciones comerciales e institucionales semejantes a las domésticas, manejando el criterio de equivalencia en consumo. Este criterio facilita considerablemente los procesos de cálculo y proyecciones.

Para el consumo de G.L.P. se considera, por lo tanto, una estufa de cuatro (4) quemadores sin horno en cada vivienda. Se deberá considerar también el factor de simultaneidad para el cálculo y diseño de los tanques de almacenamiento.

4.1.5 Consumo Máximo y Capacidad Instalada por Vivienda

Para establecer la demanda de gas combustible, se realizó un Estudio de las viviendas existentes en el centro poblado de San Juan de Villalobos. El consumo histórico en el municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca, así como el promedio nacional, establece que una vivienda normal (compuesta por cuatro personas) registra un consumo de 7.26 m³ de GLP por mes, pero de acuerdo al estudio de mercado realizado para este proyecto, en la zona de influencia, establece un consumo de 5.3 m³ de gas propano por mes, cuando utiliza el servicio para cocción de alimentos, es decir, a través de la estufa con horno. Inicialmente, se proyectó el número de viviendas residenciales; luego, se hizo la proyección de consumo hasta el año 20, la cual se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10. Proyección de viviendas residenciales hasta año 20

USUARIOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Residencial Estrato 1 1. Santa Rosa (San Juan de Villalobos)	215	217	219	221	223	225	227	229	231	233	235	237	239	241	243	245	247	249	251	253
TOTALES	215	217	219	221	223	225	227	229	231	233	235	237	239	241	243	245	247	249	251	253

CONSUMOS m ³	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Residencial Estrato 1 1. Santa Rosa (San Juan de Villalobos)	13,674	13,801	13,928	14,056	14,183	14,310	14,437	14,564	14,692	14,819	14,946	15,073	15,200	15,328	15,455	15,582	15,709	15,836	15,964	16,091
TOTALES	13,674	13,801	13,928	14,056	14,183	14,310	14,437	14,564	14,692	14,819	14,946	15,073	15,200	15,328	15,455	15,582	15,709	15,836	15,964	16,091

Adaptado de Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. (2023).

De acuerdo con el estudio técnico, el diseño de la red de distribución se realizará para una demanda de 215 usuarios, cuyo consumo es de 38 m³ por día. La demanda actual se proyectó a veinte años, realizando la correspondencia pertinente al número de viviendas actuales y proyectadas. Según la tasa de crecimiento y las proyecciones de población realizadas para el Departamento del Cauca, podemos estimar que, esta oferta de 253 usuarios se copará hasta más allá del año 2042, lo cual permite asegurar que el tiempo de vida del proyecto es óptimo. Cuando se cope la capacidad de distribución de la red, se deberá recalcular el sistema de mallas troncales y ejecutar las ampliaciones necesarias, pero los cambios afectarán muy poco la operación del sistema en general.

La estación de almacenamiento y regulación se diseñó para la demanda actual de combustible, pero estableciendo las posibilidades de expansión del sistema mínimo para los próximos veinte años. El número de tanques de almacenamiento se establece máximo en tres (3), de capacidad de 1.000 galones y así establecer un criterio de contingencia.

Al diseñar y calcular el proyecto para gas propano (G.P.) está permitiéndole al sistema de gasoducto domiciliario un amplio grado de versatilidad sin limitaciones de ningún aspecto.

4.2 Normatividad Técnica referente a la Construcción de Redes de Gas Domiciliario

A continuación, se contemplan las normas que se aplican en este tipo de proyectos, pero se aclara que no constituyen los únicos aspectos a tener en cuenta:

ANSI Z-223-1, ANSI B.31.3, ANSI B.31.8. Es el código más utilizado para el diseño, operación, mantenimiento y reparación de ductos y tuberías de distribución y transmisión de gas natural; fundamental para conocer y aplicar las condiciones del diseño para la infraestructura de redes de distribución y su cumplimiento en temas de operación y mantenimiento una vez esta entre en puesta en servicio.

API 2510, API 2510 A. La presente norma cubre el diseño, construcción y ubicación de instalaciones para gas licuado de petróleo (GLP) en terminales y tuberías marinas, plantas procesadoras de gas natural, refinerías, plantas petroquímicas o patios de tanques. Esta norma cubre los recipientes de almacenamiento, sistemas de cargado y descargado, tuberías o/y el equipo relacionado.

Código ASME. A partir de sus inicios, ha normatizado los reglamentos técnicos que incluyen desde el diseño, construcción, inspección y pruebas de los procesos de manufactura de rosca con función de tuercas y tornillos, hasta abarcar más de 600 estándares de todo tipo de elementos mecánicos. Norma esencial para dar cumplimiento a los elementos mecánicos de las estaciones de gas combustible de GLP por redes.

NACE RPO169, NACE RPO178. Control de la corrosión externa en sistemas de tuberías metálicas enterradas o sumergidas; la aplicabilidad de esta norma es esencial debido a que garantiza el control para que no se presente corrosión externa en la tubería, por el PH del terreno, y corrientes parásitas de otros sistemas.

NFPA 10, NFPA 13, NFPA 15, NFPA 16, NFPA 22, NFPA 24, NFPA 46, NFPA 50, NFPA 50A, NFPA 51, NFPA 54, NFPA 58, NFPA 70, NFPA 77. Normas aplicables para la protección contra el fuego, riesgo que de no tenerse controlado puede llegar afectar la seguridad de la comunidad y la infraestructura de distribución de gas combustible.

4.2.1 Normas Técnicas Colombianas (NTC)

4.2.1.1 Generales. NTC 2505. La presente norma tiene por objeto establecer los requisitos que se deben cumplir en el diseño y construcción de instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales, así como las pruebas a que se deben someter dichas instalaciones para verificar su operación confiable y segura.

NTC 2576. Norma que regula los aparatos mecánicos, válvulas y mecanismos termoplásticos de corte, accionados manualmente, para sistemas de distribución de gas.

NTC 3410. Esta norma comprende los accesorios de polietileno tipo campana para uso con tubos del mismo material, con diámetro exterior controlado, de los tipos especificados en las normas NTC 3664 y NTC 1746. Se incluyen los requisitos para materiales, fabricación, dimensiones y desempeño bajo presión. Donde sea aplicable en esta norma, "tubo" hace referencia a tubería tipo IPS (Iron Pipe Size) y CTS (Copper Tubing Size).

NTC 3527. Esta norma define los gases de ensayo, las presiones de ensayo, y las categorías de los artefactos a gas, relativos a la utilización de combustibles gaseosos de la primera, segunda, y terceras familias. Sirve de documento de referencia en las normas específicas de los artefactos a gas.

NTC 3531. Esta norma define los requisitos y los métodos de ensayo relativos a la construcción, la seguridad, la utilización racional de la energía, y la aptitud para la función, así como la clasificación y el marcado, de los artefactos que emplean gases combustibles, para la producción instantánea de agua caliente para usos a nivel doméstico, comúnmente denominados “calentadores de agua de paso continuo”.

NTC 3567. Esta norma define los requisitos generales de fabricación y ensamble de los conductos metálicos (individuales o colectivos), que se utilicen para evacuar hacia la atmósfera exterior, mediante corrientes naturales de tiro, los productos de la combustión de los artefactos de gas de uso doméstico y comercial.

4.2.1.2 Por Propiedades Físicas y Químicas del Gas. NTC 2518. Este método de ensayo cubre la determinación de la composición de los gases licuados de petróleo (GLP). Es aplicable al análisis de la cromatografía del gas GLP, principalmente sus componentes más representativos: propano y butano.

NTC 2521. Método para la determinación de la densidad o densidad relativa de hidrocarburos livianos por medio del hidrómetro bajo presión.

NTC 2563. Método de ensayo para determinar la volatilidad de los gases licuados del petróleo.

4.2.1.3 Sistemas para Suministro de Gas. NTC 1692. Esta norma establece la clasificación de las mercancías peligrosas, las definiciones, el marcado, etiquetado y rotulado de éstas para fines de identificación del producto y de las unidades de transporte, cuando se desarrollen actividades de transporte en sus diferentes modos.

NTC 3458. Esta norma tiene por objeto especificar los colores para la identificación de las tuberías que transportan fluidos en instalaciones terrestres y en navíos.

NTC 3624. Recomendaciones para el estrangulamiento de tubos de poliolefinas para la conducción de gases a presión.

NTC 3728. Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir las líneas de transporte y las redes de distribución de gases combustibles, en cuanto al diseño, materiales, construcción, verificación y pruebas, condiciones de operación y exigencias relativas al mantenimiento y control de la corrosión.

NTC 3838. Esta norma establece las presiones de operación permisibles en los sistemas que se utilicen para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles, en aplicaciones de uso residencial, comercial e industrial bajo condiciones normales de servicio, de acuerdo con las características particulares de construcción y funcionamiento de tales sistemas, para salvaguarda de la seguridad en el uso y manejo de estos combustibles.

NTC 3949. Establece los requisitos mínimos que deben cumplir las estaciones de regulación de presión, líneas de transporte y líneas primarias de redes de distribución de gas combustible en cuanto al diseño, construcción, ensayo, operación y mantenimiento se refiere.

NTC 4282. La presente norma establece los requisitos que se deben cumplir en el diseño y construcción de instalaciones para suministro de gases combustibles en edificaciones industriales, así como las pruebas a que se deben someter dichas instalaciones para verificar su operación confiable y segura.

Las Normas Técnicas Colombianas (NTC) tendrán prelación respecto a la aplicación de normas internacionales. Las anteriores Normas Técnicas Colombianas (NTC), poseen una

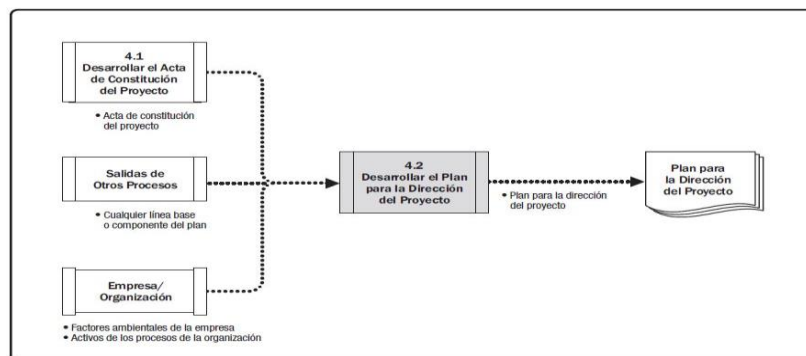
inherencia representativa en el proyecto, debido que delimitan las actividades de cómo se deben desarrollar proyectos de gas combustible, alineadas a las aplicaciones nacionales e internacionales.

4.3 Plan para la dirección del proyecto

4.3.1 Generalidades

De acuerdo con el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 82), desarrollar el plan para la dirección del proyecto consiste en definir, preparar y coordinar todos los componentes del plan y consolidarlos en un plan integral para la dirección del proyecto. El beneficio esencial de este proceso es definir la base para todo el trabajo del proyecto y el modo en que se realizará dicho trabajo; por lo tanto, este precisará la manera en que el proyecto se ejecuta, se monitorea, se controla y se cierra.

Figura 13. Diagrama de flujo de datos para el desarrollo del plan para la dirección del proyecto



Tomado de Guía del PMBOK - Project Management Institute (2017).

La Figura 13 presenta el diagrama de flujo de datos para el desarrollo del plan para la dirección del proyecto. Esta gráfica enuncia, como entradas del proceso:

El Acta de constitución del proyecto, presentada en la sección 3.1.1. de este documento.

Salidas de otros procesos: El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 86) los describe como planes de líneas de base que constituyen una salida de otros procesos de planificación. Para este proyecto, se tomó como plan subsidiario de base el Estudio técnico de ingeniería construcción de un propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, departamento del Cauca, correspondiente al Apéndice A.

Factores ambientales de la empresa: El PMBOK lista, entre otros, los siguientes:

Estándares gubernamentales o de la industria: Este tipo de proyecto se desarrolla bajo lineamientos de la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG, por lo que se rige bajo su normatividad y políticas de precios.

Estructura y cultura de la organización, prácticas de gestión y sostenibilidad.

Requisitos y/o restricciones legales y regulatorios.

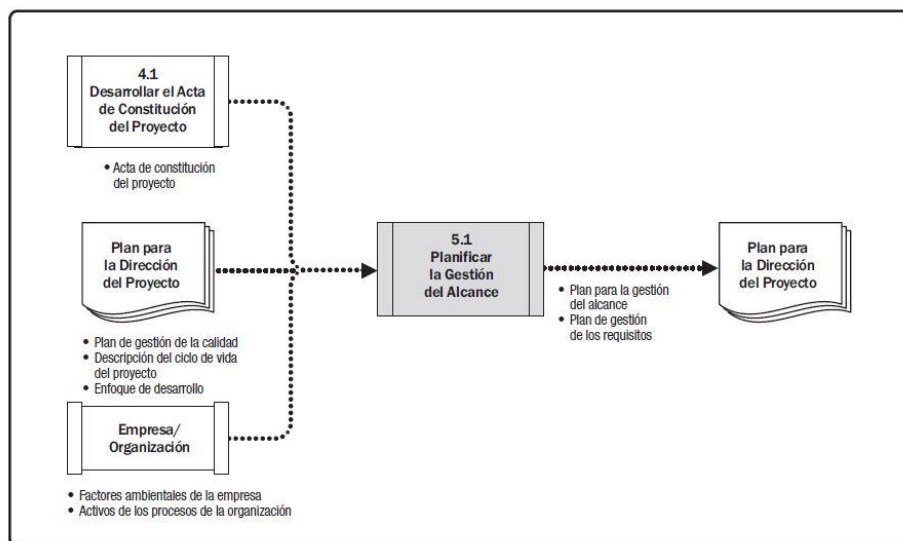
De acuerdo al documento *Project Managment for the oil and gas industry*, no existe una lista o secuencia estricta de la aplicación de las áreas de conocimiento a un proyecto específico, ya que estas áreas representan una mixtura de procesos que deben ser seguidos de acuerdo a cada proyecto, con el fin de alcanzar el éxito del mismo (Badiru y Osisanya, 2013). Se entiende que cada proyecto exhibe unas características específicas, y de acuerdo a estas, el director de proyectos definirá qué áreas de conocimiento desarrollará a través de los planes subsidiarios que integrarán el Plan para la dirección del proyecto. En los trabajos académicos *Aplicación de las buenas prácticas de Dirección de Proyectos propuestas por la Guía del PMBOK (6ta edición) en el Proyecto de Gasoducto de la Costa (Apolinario et ál, 2020)* y *Metodología basada en el PMBOK para implementar proyectos de transporte de gas natural (Pozo, 2019)*, se recomienda desarrollar planes subsidiarios relacionados con las siguientes áreas de conocimiento: gestión de la

integración, gestión del alcance, gestión del cronograma, gestión de los costos, gestión de la calidad, gestión de los recursos, gestión de las comunicaciones, gestión de los riesgos, gestión de las adquisiciones y gestión de los interesados. Esta recomendación fue considerada y puesta en práctica para este proyecto. Así mismo, se prioriza la importancia de los planes subsidiarios consecuentes de las líneas base de alcance, costos y cronograma, y los planes de gestión de los riesgos y de la calidad

4.3.2 Plan de Gestión del Alcance

El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 134) contempla que el plan de gestión del alcance del proyecto describe, como su nombre lo indica, cómo será definido, desarrollado, monitoreado y validado el alcance del proyecto. La Figura 14 exhibe el diagrama de flujo de datos para el plan de gestión del alcance.

Figura 14. Diagrama de flujo de datos para el Plan para la Gestión del Alcance del proyecto.



Tomado de Guía del PMBOK - Project Management Institute (2017).

4.3.2.1 Entradas para el Plan de Gestión del Alcance.

- Acta de constitución del proyecto. Descrita en la sección 3.1.1, Tabla 1, esta registra el objetivo del proyecto, la descripción del caso de negocio, los supuestos, los interesados y patrocinadores y los requerimientos que el proyecto busca satisfacer.
- Plan para la dirección del proyecto. Este contempla el ciclo de vida del proyecto y algunos componentes, como el plan de gestión de calidad. Para este proyecto, se tuvo en cuenta información histórica de la empresa, como el desarrollo de proyectos anteriores con características similares.
- Factores ambientales de la empresa. Estos corresponden a características propias de la política interna de la empresa, tales como cultura de la organización, infraestructura, gestión de personal y condiciones de mercado.
- Activos de los procesos de la organización. Corresponden a la información histórica y el repositorio de lecciones aprendidas. SURGAS S.A.E.S.P. cuenta con catorce (14) años de experiencia en la ejecución de proyectos, en su operación y suministro directo del servicio mediante las tecnologías de Gas Natural Comprimido (GNC) y Gas Licuado del Petróleo (GLP), a través de gasoductos virtuales por carretera, le ha permitido hoy llegar a las zonas más apartadas del Huila, Putumayo y Cauca siendo la única empresa en Colombia que maneja conjuntamente estos dos (2) energéticos, generando calidad de vida a sus habitantes.

4.3.2.2 Herramientas y Técnicas para el Plan de Gestión del Alcance.

- Juicio de expertos. Para el proyecto se considerará la experticia de personal de la empresa que hayan participado en el desarrollo de proyectos anteriores de característica similares, o/y que cuenten con formación profesional relacionada con la industria.
- Análisis de datos. Se analizarán los datos obtenidos en el estudio técnico construcción de un propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca.
- Reuniones. Las reuniones para la planificación del alcance se desarrollarán entre los interesados y el equipo técnico de la empresa. Se analizará el caso de negocio y se definirá el alcance del proyecto.

4.3.2.3 Salidas del Plan de Gestión del alcance. Incluye, además de la plantilla presentada en la Tabla 11, la EDT del proyecto, definida en la sección en la sección 3.2, Figura 7, y su diccionario, presentado en la Tabla 2.

Tabla 10. *Plantilla del Plan de Gestión del Alcance*

Nombre del Proyecto	
Construcción Propanoducto Urbano Domiciliario Para La Vereda San Juan De Villalobos Del Municipio De Santa Rosa, Departamento Del Cauca	
<i>1. Entregables del proyecto</i>	
No.	Descripción
1	Gerencia del proyecto
2	Estudio técnico
3	Estudio financiero
4	Presentación del proyecto
5	Obra civil
6	Puesta en marcha del servicio

Nombre del Proyecto

Construcción Propanoducto Urbano Domiciliario Para La Vereda San Juan De Villalobos Del Municipio De Santa Rosa, Departamento Del Cauca

2. Lista de tareas del proyecto

No.	Descripción
1.	Gerencia del proyecto
1.1	Establecer el cronograma de actividades.
1.2	Determinar el presupuesto del proyecto.
1.3	Establecer e implementar el plan de calidad del proyecto.
1.4	Elaborar la matriz de riesgos.
1.5	Realizar gestión de cambios.
1.6	Aprobar y realizar pagos a proveedores y contratistas.
1.7	Hacer cierre financiero del proyecto.
1.8	Hacer cierre administrativo del proyecto.
2.	Estudio técnico
2.1	Caracterizar la población.
2.2	Georreferenciar predios reales y futuros.
2.3	Diseñar la red de distribución.
2.4	Calcular la proyección de consumo (M3/año), desde el año 1 hasta el año 20.
2.5	Calcular la cantidad de tubería (diámetro y longitud) y definir el tipo de unidad constructiva.
3.	Estudio financiero
3.1	Calcular el valor de la inversión con base en los costos unitarios definidos por la CREG en pesos a diciembre del año anterior.
3.2	Calcular el indicador de competitividad.
3.3	Calcular gastos AOM (administrativos, operativos y de mantenimiento).
4.	Presentación del proyecto
4.1	Establecer la justificación y el alcance del proyecto.
4.2	Compaginar la información del estudio técnico y financiero.
4.3	Determinar los riesgos del proyecto.
4.4	Determinar la oportunidad de negocio del proyecto.
5.	Obra civil
5.1	Solicitar y validar el permiso de intervención de espacio público a la alcaldía municipal, y el permiso para intervenir corredor férreo al INVIAS.
5.2	Elaborar términos de referencia de contratación.
5.3	Reunirse con la empresa contratista encargada de la obra civil para definir preliminares de ejecución y proceso constructivo.
5.4	Realizar gestión de compra de materiales.
5.5	Entregar materiales a la empresa contratista.
5.6	Hacer reuniones con la interventoría para validar avances de obra.

Nombre del Proyecto

Construcción Propanoducto Urbano Domiciliario Para La Vereda San Juan De Villalobos Del Municipio De Santa Rosa, Departamento Del Cauca

5.7	Supervisar y consolidar la información suministrada por la interventoría (informes, reuniones).
6.	Puesta en marcha del servicio
6.1	Supervisar el cumplimiento de la norma técnica en el proceso de puesta en marcha del servicio.
6.2	Recibir a satisfacción el informe de la interventoría.

3. Supuestos del proyecto

No.	Descripción
1	Surgas cuenta con el presupuesto asignado (recursos propios) para el aporte para la planeación, desarrollo y ejecución del proyecto.
2	Surgas cuenta con personal profesional e idóneo para desarrollar e implementar proyectos constructivos de gasoductos y propanoductos de gas combustible.
3	Los profesionales del área de proyectos de Surgas cuentan con la disponibilidad presupuestada.
4	Surgas cuenta con empresas contratistas aliadas, para la ejecución de los proyectos.

4. Estimaciones base del proyecto

Duración	7 semanas
Costos	\$960,134,511

4.3.3 Plan de Gestión de los Requisitos

De acuerdo al PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 138), este plan describe cómo se analizarán, documentarán y gestionarán los requisitos del proyecto. Para este caso, los requisitos del proyecto corresponden a actividades necesarias para la satisfacción de los interesados, y que atienden a lineamientos regulatorios definidos por la NSR, la NTC, la CREG y por políticas internas de la empresa.

4.3.3.1 Entradas para el Plan de Gestión de los requisitos.

4.3.3.1.1 Documentos del Proyecto. Estos corresponden a los documentos que registran supuestos, lecciones aprendidas, y caracterización de los interesados. Se contemplan en el Estudio técnico San Juan de Villalobos, en el acta de constitución del proyecto y en el repositorio de la empresa.

4.3.3.1.2 Documentos del Negocio. Principalmente se trata del caso de negocio, el cual describe los criterios técnicos y legales que satisfacen las necesidades del negocio.

Requisitos del negocio: generar ingresos para la empresa ejecutora del proyecto y satisfacer las necesidades y expectativas de los interesados.

Requisitos de los interesados: satisfacer las necesidades y mejorar la calidad de vida de las familias ubicadas en la zona rural del municipio de Santa Rosa, departamento del Cauca con el servicio público de gas combustible por redes. Así se eliminaría la tala de bosque y aportaría mejora en la economía con el bajo costo frente al cilindro de GLP, el principal sustituto.

Requisitos de soluciones funcionales:

Construir redes de distribución bajo diseño entregado por el software Gasworks, para entregar el servicio público de gas combustible.

Programar la construcción de las instalaciones internas a las familias vulnerables de estrato 1 y 2.

Realizar localización y replanteo de las estructuras aéreas del proyecto bajo diseño y estudios.

Administrar y controlar la construcción de las obras de redes distribución de gas combustible.

Cumplir normas y resoluciones del ámbito nacional.

Atender y suministrar información a la interventoría del proyecto.

Elaborar y presentar informes quincenalmente al interventor de la obra

Requisitos de soluciones No funcionales:

Verificar el cumplimiento contractual en cantidad de obra, fechas de ejecución y precios unitarios.

Concluir el proyecto bajo el presupuesto asignado.

Realizar pagos acordados bajo los requerimientos definidos en el contrato y dentro de los tiempos estipulados.

Requisitos de apoyo y capacitación:

Validar las competencias laborales del personal contratista en procesos claves de la construcción de redes.

Requisitos de Nivel de Servicio:

Las redes de distribución deben cumplir Norma Técnica Colombiana y manual de construcciones de redes de la empresa.

Cumplir con las normas de HSEQ, ISO 9001, Normas Técnicas Colombianas y resoluciones CREG.

Criterios de aceptación:

Realizar localización y replanteo de las estructuras aéreas del proyecto bajo diseño y estudios.

Las redes deben quedar 100% herméticas antes de ser gasificadas con gas licuado del petróleo GLP.

Las pruebas a las redes serán de hermeticidad con aire comprimido a 100 PSI.

4.3.3.2 Salidas del Plan de Gestión de los Requisitos. A continuación, se presenta la matriz detallada de trazabilidad de los requisitos, la cual asocia cada requisito a un nivel de prioridad y responsable dentro de la empresa.

Tabla 11. *Matriz detallada de trazabilidad de los requisitos*

Cod.	Descripción	Prioridad	Fuente	Responsable	Afecta a
RE01	Ampliar cobertura de gas combustible a nuevos usuarios del estrato 1 y 2.	Importante	Propia de la empresa	Gerencia	RE02
RE02	Generar una mayor rentabilidad para la empresa.	Muy importante	Propia de la empresa	Gerencia	RE04
RE03	Aumentar los activos de distribución de la empresa.	Muy importante	Propia de la empresa	Gerencia - Director Técnico	
RE04	Satisfacer las necesidades de los interesados mejorando su calidad de vida.	Importante	Propia de la empresa	Gerencia	
RE05	Construir redes de distribución bajo diseño entregado por el software Gasworks, para entregar el servicio público de gas combustible.	Importante	NTC 3728 y Ley 142 de 1994	Director Técnico - Jefe Proyectos	
RE06	Realizar localización y replanteo de las estructuras aéreas del proyecto bajo diseño y estudios.	Muy importante	NSR 2010	Jefe Proyectos	
RE07	Programar la construcción de las instalaciones internas a las familias vulnerables de estrato 1 y 2.	Muy importante	NTC 2505 y Ley 142 de 1994	Jefe Construcciones Instalaciones	
RE08	Realizar seguimiento a las obras civiles de redes de distribución e instalaciones internas.	Importante	Propia de la empresa	Director Técnico	

Cod.	Descripción	Prioridad	Fuente	Responsable	Afecta a
RE09	Cumplir con las normas de HSEQ, ISO 9001, Normas Técnicas Colombianas y Resoluciones CREG.	Muy importante	Normas y Resoluciones Nacionales	Director Técnico	
RE10	Atender y suministrar información a la interventoría del proyecto.	Importante	Propia de la empresa	Jefe Proyectos	
RE11	Elaborar y presentar informes mensualizados al Director del Proyecto y Gerencia de la empresa.	Importante	Propia de la empresa	Director Técnico	
RE12	Verificar el cumplimiento contractual en cantidad de obra, fechas de ejecución y precios unitarios.	Muy importante	Propia de la empresa	Director Técnico	RE13 - RE14
RE13	Concluir el proyecto bajo el presupuesto asignado.	Muy importante	Flujograma del proyecto	Director Técnico - Jefe Proyectos	
RE14	Realizar pagos acordados bajo los requerimientos definidos en el contrato y dentro de los tiempos estipulados.	Importante	Condiciones contractuales	Director Técnico - Jefe Proyectos	
RE15	Validar las competencias laborales del personal contratista en procesos claves de la construcción de redes.	Muy importante	Competencias de Gas	Jefe Proyectos	
RE16	Las redes de distribución deben cumplir Norma Técnica Colombiana y Manual de Construcciones de Redes de la empresa.	Muy importante	Normas y Resoluciones Nacionales	Director Técnico - Jefe Proyectos	
RE17	Las redes deben quedar 100% herméticas antes de ser gasificadas con gas	Muy importante	NTC 3728	Jefe Proyectos	

Cod.	Descripción	Prioridad	Fuente	Responsable	Afecta a
	licuado del petróleo – GLP.				
RE18	Las pruebas a las redes serán de hermeticidad con aire comprimido a 100 psi.	Muy importante	NTC 3728	Jefe Proyectos	

4.3.4 Plan de Gestión del Cronograma

De acuerdo con el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 179), el plan de gestión del cronograma establece las políticas, procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto.

4.3.3.3 Entradas del Plan de Gestión del Cronograma. Dentro de los estudios previos realizados por la empresa Surcolombiana de gas S.A. E.S.P. para el proyecto San Juan de Villalobos, el cronograma de actividades, presentado en este trabajo como Apéndice F, suministra la información detallada de la duración de la obra civil. La ejecución de esta actividad estará a cargo de una empresa contratista, bajo modalidad de *outsourcing*, de manera que la definición de la ruta crítica del proceso de ejecución de la obra civil será responsabilidad de dicha empresa contratista. A su vez, la Estructura de Desglose de Trabajo EDT, descrita en la sección 3.2, Figura 7, y el diccionario de la EDT, Tabla 2, aportan la información pertinente a la duración de cada una de las actividades que se desarrollarán en este proyecto.

4.3.3.4 Salidas del Plan de Gestión del Cronograma. El director del proyecto es el encargado de elaborar el cronograma de actividades. Para el caso de la empresa SURGAS S.A. E.S.P., está representado por la figura de jefe de redes y proyectos. Con base en la información

descrita en el cronograma de actividades de obra, la EDT, el diccionario de la EDT, el acta de constitución del proyecto, el caso de negocio, y el archivo histórico de la empresa, se establece siguiente cronograma en la Figura 15. Este Cronograma fue elaborado siguiendo la normatividad legal laboral actual, que contempla una jornada laboral semanal de 47 horas. Como se podrá observar, la duración total del proyecto es de 18 meses. Se plantea tentativamente una fecha de inicio de enero de 2024, por lo que la fecha de cierre del proyecto será junio de 2025.

Figura 15. Cronograma del proyecto

		Duración del proyecto																	
Actividad	Tiempo (Días)	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18
1. Gerencia del proyecto	7																		
1.1 Establecer el cronograma de actividades.	3	█																	
1.2 Determinar el presupuesto del proyecto.	3	█																	
1.3 Establecer e implementar el plan de calidad del proyecto.	4	█	█	█	█														
1.4 Elaborar la matriz de riesgos.	1,5	█																	
1.5 Realizar gestión de cambios.	1,5	█																	
1.6 Aprobar y realizar pagos a proveedores y contratistas.	3	█																	
1.7 Hacer cierre financiero del proyecto.	4,5																█	█	█

Duración del proyecto																			
Actividad	Tiempo (Días)	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	mes 18
Recibir a 6. satisfacción el 2 informe de la interventoría.	3																		

4.3.5 Plan de Gestión de los Costos

El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 235) estipula que la planificación de los costos define cómo se han de estimar, presupuestar, monitorear y controlar los costos.

4.3.5.1 Entradas para el Plan de Gestión de los Costos. El estudio técnico construcción de propanoducto urbano San Juan de Villalobos, Anexo 1, incluye en sus documentos el presupuesto para actividades de obra civil, consignadas como unidades constructivas CREG. Así mismo, se consideró el costo de cada actividad contemplada en la EDT.

4.3.5.2 Salidas para el Plan de Gestión de los costos. A partir del presupuesto establecido en el estudio técnico anteriormente mencionado, y teniendo en cuenta los costos estimados en el diccionario de la EDT del proyecto, se elabora el siguiente presupuesto del proyecto:

Tabla 13. *Presupuesto del proyecto*

EDT	Actividad	Responsables	Costo \$(COP)	Reservas para contingencia
	<i>Instalación de una red de gas natural domiciliario y puesta en marcha del servicio en la Vereda San Juan de Villalobos</i>	Director técnico	\$ 1.020.962.511	
1.	Gestión del proyecto		\$ 22.464.000	
1.1	Establecer el cronograma de actividades.	Coordinador construcción de redes, Director técnico	\$ 1.682.000	
1.2	Determinar el presupuesto del proyecto.	Director técnico.	\$ 1.105.000	
1.3	Establecer e implementar el plan de calidad del proyecto.	Director HSEQ, Coordinador HSEQ.	\$ 15.000.000	
1.4	Elaborar la matriz de riesgos.	Director técnico, Coordinador construcción de redes	\$ 866.000	
1.5	Realizar gestión de cambios.	Director técnico, Coordinador construcción de redes	\$ 866.000	
1.6	Aprobar y realizar pagos a proveedores y contratistas.	Director técnico.	\$ 1.105.000	
1.7	Hacer cierre financiero del proyecto		\$ 1.104.000	
1.8	Hacer cierre administrativo del proyecto	Director técnico.	\$ 736.000	
2.	Estudio técnico		\$ 4.149.000	
2.1	Caracterizar la población.	Coordinador cartográfico.	\$ 1.497.000	
2.2	Georreferenciar predios reales y futuros.	Coordinador construcción de redes.	\$ 1.497.000	
2.3	Diseñar la red de distribución.	Director técnico.	\$ 385.000	
2.4	Calcular la proyección de consumo (M3/año), desde el año 1 hasta el año 20.	Director técnico.	\$ 385.000	
2.5	Calcular la cantidad de tubería (diámetro y longitud) y definir el tipo de unidad constructiva.	Director técnico.	\$ 385.000	

EDT	Actividad	Responsables	Costo \$(COP)	Reservas para contingencia
3.	Estudio financiero		\$ 3.430.000	
3.1	Calcular el valor de la inversión con base en los costos unitarios definidos por la CREG en pesos a diciembre del año anterior.	Director técnico, Asistente de dirección técnica.	\$ 1.225.000	
3.2	Calcular el indicador de competitividad.	Director técnico, Asistente de dirección técnica.	\$ 1.225.000	
3.3	Calcular gastos AOM (administrativos, operativos y de mantenimiento).	Director técnico, Asistente de dirección técnica.	\$ 980.000	
4.	Presentación del proyecto		\$ 6.360.000	
4.1	Establecer la justificación y el alcance del proyecto.	Director técnico.	\$ 1.465.000	
4.2	Compaginar la información del estudio técnico y financiero.	Director técnico, Asistente de dirección técnica.	\$ 1.965.000	
4.3	Determinar los riesgos del proyecto.	Director técnico.	\$ 1.465.000	
4.4	Determinar la oportunidad de negocio del proyecto.	Director técnico.	\$ 1.465.000	
<i>Cuenta control de obra civil</i>				
5.	Obra civil		\$ 980.549.511	\$ 147.082.427
5.1	Solicitar y validar el permiso de intervención de espacio público a la alcaldía municipal, y el permiso para intervenir corredor férreo al INVIAS.	Director técnico.	\$ 1.825.000	
5.2	Elaborar términos de referencia de contratación.	Director técnico, Asistente de dirección técnica.	\$ 2.905.000	
5.3	Reunirse con la empresa contratista encargada de la obra civil para definir preliminares de ejecución y proceso constructivo.	Director técnico.	\$ 1.105.000	
5.4	Realizar gestión de compra de materiales.	Director técnico	\$ 2.905.000	

EDT	Actividad	Responsables	Costo \$(COP)	Reservas para contingencia
5.5	Entregar materiales a la empresa contratista.	Director técnico, Asistente de dirección técnica.	\$ 9.825.000	
5.6	Hacer reuniones con la interventoría para validar avances de obra.	Director técnico	\$ 925.000	
5.7	Supervisar y consolidar la información suministrada por la interventoría (Informes, reuniones).	Director técnico.	\$ 925.000	
Ejecución de la obra civil.			\$ 960.134.511	
<hr/>				
6.	Puesta en marcha del servicio		\$ 4.010.000	
6.1	Supervisar el cumplimiento de la norma técnica en el proceso de puesta en marcha del servicio.	Director técnico.	\$ 2.905.000	
6.2	Recibir a satisfacción el informe de la interventoría.	Director técnico.	\$ 1.105.000	

Las reservas para contingencia de la actividad Obra civil se soportan por el tipo de industria, ya que la ejecución de esta clase de obras generalmente demanda imprevistos, lo que se traduce en adicionales de obra. Así mismo, se plantea una reserva de gestión del 5% sobre la línea base de costos del proyecto. Lo anterior se describe a en la Tabla 14:

Tabla 14. Descripción del costo total del proyecto

		Reserva de gestión (5%)	\$ 51.048.126			
Presupuesto total del proyecto	\$ 1.072.010.637	Línea base de costos	\$ 1.020.962.511	Cuenta de control entregable Obra civil	Reservas para contingencias	\$ 147.082.427
				Estimación de costos de paquetes de trabajo	Reservas para contingencias de entregable Obra civil (15%)	\$ 147.082.427
					Estimado de costo de entregable Obra civil	\$ 980.549.511

Como se mencionó anteriormente, los costos para este tipo de proyectos de planeación y construcción de propano ductos son calculados a partir de los precios de unidad constructiva CREG, basados en lo definido en la Resolución CREG 202 de 2013 y actualizados año tras año por el IPP (Índice de precios al productor); estos precios de unidad constructiva contemplan todo lo que se requiere para la planeación y construcción de un proyecto, es decir: mano de obra directa, mano de obra indirecta, materiales, preliminares, estudios, pólizas, AIU (administración, Imprevistos, Utilidad), etc.

4.3.6 *Plan de Gestión de Calidad*

El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 277) estipula que la planificación de la calidad se define como el proceso de identificar los requisitos y estándares de calidad para el proyecto y sus entregables.

4.3.6.1 Entradas para el Plan de Gestión de Calidad. Para este proyecto, los requisitos y estándares de calidad corresponden a requerimientos técnicos, consignados en la sección 4.1, y normatividad legal, consignada en la sección 4.2.

4.3.6.2 Salidas para el Plan de Gestión de Calidad. A partir de los requisitos y estándares de calidad exigidos para este tipo de proyectos, se procede a elaborar la siguiente lista de verificación del plan de calidad:

Tabla 15. *Lista de verificación Plan de Calidad*

I d	Procesos o Actividades	Ejecución						Inspección, Medición y Ensayo						Documentos de Referencia
		Requisitos (Legales, contractuales, reglamentarios)	Recursos (Infraestructura, humanos, etc.)	Responsable	Equipos	Criterio de aceptación	Responsable	Variables de Inspección	Equipos	Tolerancia	Método de control	Frecuencia	Registros	
1	Localización y replanteo de estructuras aéreas	Especificaciones técnicas	Humano: Topógrafo 1 Cadenero 1 Infraestructura: Oficina	Topógrafo	Equipo de topografía	Levantamiento topográfico con sus carteras	Ingeniero civil	Error en la medición	Equipo de cómputo con cívica	0.5%	Comisión de topografía	Única	Cartera levantada en campo	Especificaciones normas sismo resistente 2010
2	Estudio de suelos estructuras aéreas	Estudio Geotécnico bajo parámetros de la NSR 2010, capacidad portante y nivel de la cimentación	Humano: Geotécnico 1 Ayudante 2 Infraestructura: Laboratorio de suelos	Geotécnico	Pala hoyadora 1 Barra 1 Martillo de 140 lb de peso 1	Laboratorio de suelos, cumpliendo con personal y equipos idóneos	Ingeniero civil	Pruebas de laboratorio como análisis granulométrico, límites de Atterberg y humedad natural	Equipo de penetración estándar (SPT)	Sondeos arrojando suelos limo arenoso, arcilla arenosa, gravas y gravillas	Parámetros de compresibilidad por método de CH WILLIANS	Tres (3) sondeos cada 5 metros	Estudio de suelos	Informe de estudio de suelo bajo NSR 2010
3	Diseño para estructuras aéreas	Especificaciones NSR 2010 y planos estructurales	Ingeniero estructural y planos	Humano: Ingeniero estructural 1 Arquitecto 1	AutoCAD registro fotográfico	Planos firmados por ingeniero estructural	Ingeniero estructural	Variables de diseño	AutoCAD cívica	Normas NSR 2010	Estudios previos, memoria de cálculo, análisis de resultados y planos	Única	Pruebas de resistencia y compresión	Normas NSR 2010
4	Canalización Redes de distribución	Licencias y permisos para ejecución de obra civil Especificaciones NSR 2010, resistencia y expansión, mediante prueba CBR.	Ingeniero civil 1, Oficial 2, excavadores 20	Ingeniero civil	Retroexcavadora, palas, picos, barras, pisones, saltarines y volqueta	Cumplimiento NTC 3718, perfilamiento y nivelación del terreno	Ingeniero civil	Se ejecuta de acuerdo al diseño de redes definido por el software Gasworks	Pruebas con Proctor modificación	De acuerdo al diseño de redes definido por Gasworks y NTC 3728	Cumplimiento de NTC 3728 y a la densidad específica	Única y de acuerdo a los ensayos	Ensayos de laboratorio	Informe de pruebas de laboratorio

I d	Procesos o Actividades	Ejecución					Inspección, Medición y Ensayo							Documentos de Referencia
		Requisitos (Legales, contractuales, reglamentarios)	Recursos (Infraestructura, humanos, etc.)	Responsable	Equipos	Criterio de aceptación	Responsable	Variables de Inspección	Equipos	Tolerancia	Método de control	Frecuencia	Registros	
5	Concretos	Especificaciones NSR	Ingeniero civil 1, Oficial 1, ayudantes 2	Ingeniero civil	Mezcladora, palas, carretilla	Cumplimiento de Manual de Especificaciones Constructivas de Redes de Surcolombiana de Gas S.A. E.S.P.	Ingeniero civil	Cumplimiento de Manual de Especificaciones Constructivas de Redes de Surcolombiana de Gas S.A. E.S.P. y de acuerdo a los ensayos de (slump) y compresión	Testigo de la resistencia del concreto y equipos de laboratorio	Cumplimiento de la relación de 2500 psi y 3000 psi, para andenes y vías respectivamente	Ensayo de asentamiento (slump), ensayos a compresión	Ensayo de pruebas de resistencia	Resultados de ensayo de laboratorio	NSR 2010, NTC 121, 321OC 150 de la ASTM, Manual de Especificaciones Constructivas de Redes de Surcolombiana de Gas S.A. E.S.P.

4.3.7 Plan de Gestión de Recursos

El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 312) estipula que la planificación de recursos se define como el proceso de estimar, adquirir, gestionar y utilizar los recursos físicos del equipo del proyecto.

Los recursos de personal administrativo y personal técnico son compartidos para la planeación y desarrollo de varios proyectos, donde se emite un informe mensual hacia el área contable detallando el centro de costo al cual debe ir cargada la nómina de inversión.

La solicitud de adquisición de equipos, herramientas y personal se realiza con 45 días de antelación a la firma del acta de inicio del proyecto, es decir, bajo formato establecido por cada área, y entregado por medio de correo electrónico. El director del proyecto realiza seguimiento para que los recursos lleguen a tiempo y se pueda cumplir con el cronograma de planeación.

4.3.7.1 Entradas para el Plan de Recursos. Para este proyecto, se tienen como documentos de entrada el acta de constitución del proyecto, y el manual de políticas internas de la empresa.

4.3.7.2 Salidas para el Plan de Gestión de Recursos. A partir de los documentos de entrada para el plan de recursos, se elabora la matriz RACI, donde se podrá ver de qué manera se relaciona cada actividad del proyecto con el personal encargado de la empresa o los interesados:

	Organización interna de la empresa					Profesionales representados de los socios accionistas	Representantes de la población de la vereda	Agentes externos		
	Director Proyectos	Área técnica	Área financiera	Área jurídica	Área de talento			Área contable	ANI	Gobernación del Cauca
5.2 Elaborar términos de referencia de contratación.		A		R						
5.3 Reunirse con la empresa contratista encargada de la obra civil para definir preliminares de ejecución y proceso constructivo.	A	R								
5.4 Realizar gestión de compra de materiales.		R	A			A				
5.5 Entregar materiales a la empresa contratista.		R								
5.6 Hacer reuniones con la interventoría para validar avances de obra.	R	A								
5.7 Supervisar y consolidar la información suministrada por la interventoría (informes, reuniones).	A	R								
5.8 Validación y causación de la facturación parcial y final de la obra civil.	A		A			R				
5.9 Procesamientos de permisos.		R								
5.10 Ejecución de la obra civil.		R								
6. Puesta en marcha del servicio										
6.1 Supervisar el cumplimiento de la norma técnica en el proceso de puesta en marcha del servicio.	A	R								
6.2 Recibir a satisfacción el informe de la interventoría.	A	A		R						

4.3.8 Plan de Gestión de las Comunicaciones

El PMBOK ((Project Management Institute, 2017, p. 366) define la planificación de recursos como el proceso de desarrollar un enfoque y un plan apropiado para las actividades de comunicación del proyecto.

4.3.8.1 Entradas para el Plan de las Comunicaciones. Se toman como base el acta de constitución del proyecto, el archivo histórico de la empresa, donde se revisan los procedimientos y actividades de proyectos similares, ejecutados anteriormente, y el registro de los interesados y sus respectivos requisitos.

4.3.8.2 Salidas para el Plan de Gestión de las Comunicaciones. A partir de los documentos de entrada para el plan de comunicaciones, se elabora la matriz de comunicaciones del proyecto, donde se registra a los involucrados en cada proceso de comunicación, y la periodicidad y el medio a través del cual esta se efectúa. Esta matriz se presentó en la Tabla 7, sección 1.8 de este documento.

4.3.9 *Plan de Gestión de los Riesgos del Proyecto*

El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 401) define la planificación de riesgos como el proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.

4.3.9.1 Entradas para el Plan de Gestión de Riesgos. Se toman como base el acta de constitución del proyecto y todos los factores ambientales que pueden incidir en el desarrollo del proyecto. se tomó como base la matriz de riesgos contemplada en el Estudio técnico San Juan de Villalobos, Apéndice A.

4.3.9.2 Salidas para el Plan de Gestión de Riesgos. A partir de los documentos de entrada para el plan de riesgos, se elabora la matriz de riesgos del proyecto.

Tabla 17. Matriz de Riesgos del proyecto

Cod.	Evento de riesgo	Causas	Impactos / Consecuencias	Causa que mitiga
1	Aceptar ofertas incompletas y/o ofertas con faltas de precisión y desviadas de los términos de referencia.	<ul style="list-style-type: none"> _ Falta interpretación de los términos de referencia, proponentes inexpertos o inadecuados. _ Plazos para preparación las ofertas demasiado pequeños y dificultad para conseguir los entregables. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Incumplimiento de los procedimientos establecidos por la Compañía. _ Reproceso y retrasos en la contratación. _ Propuestas descartables. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Falta interpretación de los términos de referencia, proponentes inexpertos o inadecuados. _ Plazos para preparación las ofertas demasiado pequeños y dificultad para conseguir los entregables.
2	Recibir y Aceptar Ofertas supra valoradas, que exceden el presupuesto asignado.	<ul style="list-style-type: none"> _ Diseño inadecuado de las especificaciones de los términos de referencia, especialmente el presupuesto. _ Ofertas con Mayor Valor comercial. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Reproceso y retrasos en la contratación. _ Sobre costo en la adquisición de bienes y servicios. _ Incumplimiento al presupuesto. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Diseño inadecuado de las especificaciones de los términos de referencia, especialmente el presupuesto. _ Ofertas con Mayor Valor comercial.
3	Seleccionar proveedores no adecuados que no cumplan con el alcance de los Términos de Referencia y términos de SARLAFT	<ul style="list-style-type: none"> _ Fallas humanas. _ Desconocimiento de los procedimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Sanciones y demandas contra la empresa. _ Incumplimiento al presupuesto. _ Reproceso en la compra de material. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Fallas humanas. _ Desconocimiento de los procedimientos.
4	Realizar inadecuado y/o no realizar seguimiento y control al contrato (inicio/ durante/cierre contrato)	<ul style="list-style-type: none"> _ Fallas humanas. _ Desconocimiento de los procedimientos. _ falta de aprobación por líderes del proceso. _ Falta de supervisión y verificación. _ Sobrecarga Laboral. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Pérdida de oportunidades procesales que derivan en la pérdida del litigio y condenas. _ Sobrecostos en la operación. _ Exposición a multas y/o sanciones por parte de los entes regulatorios, de vigilancia y control. _ Prestación del servicio de Gas domiciliario _ Afectación de imagen corporativa. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Pérdida de oportunidades procesales que derivan en la pérdida del litigio y condenas. _ Sobrecostos en la operación. _ Exposición a multas y/o sanciones por parte de los entes regulatorios, de vigilancia y control. _ Afectación prestación del servicio de Gas domiciliario _ Afectación de imagen corporativa.

Cod.	Evento de riesgo	Causas	Impactos / Consecuencias	Causa que mitiga
5	Endemia ocasionada por virus o bacteria	<ul style="list-style-type: none"> _ Ambientales/Biológicas /químicas 	<ul style="list-style-type: none"> _ Afectación de capacidad operativa _ Incapacidades temporales _ Perdida de vida Humana _ Precios Altos _ Escasez del material _ Retrasos en los tiempos esperados 	<ul style="list-style-type: none"> Ambientales/Biológicas /químicas
6	Alteraciones de orden publico	<ul style="list-style-type: none"> _ Paros, bloqueos o manifestaciones _ Cierre de vías. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Lesiones personales. _ Retrasos de las entregas de Material. _ Daño a propiedad planta y equipo. _ Pérdidas económicas. _ Demandas 	<ul style="list-style-type: none"> _ Paros, bloqueos o manifestaciones _ Cierre de vías.
7	Disponer inadecuadamente los residuos peligrosos y reciclables.	<ul style="list-style-type: none"> _ Desconocimiento de la normatividad. _ Falta de recursos. _ Fallas humanas. _ Falta de capacitación. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Afectación al medio ambiente _ Multas y/o sanciones de los entes regulatorios de vigilancia y control _ Demandas 	<ul style="list-style-type: none"> _ Afectación al medio ambiente _ Multas y/o sanciones de los entes regulatorios de vigilancia y control _ Demandas
8	Incumplimiento Plan Estratégico de Seguridad Vial	<ul style="list-style-type: none"> _ No contar con los recursos. _ Fallas humanas en el cumplimiento de plazos de radicación. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Daño a propiedad planta y equipo. _ Pérdidas económicas. _ Sanciones por entidades u organismos de vigilancia y control. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Daño a propiedad planta y equipo. _ Pérdidas económicas. _ Sanciones por entidades u organismos de vigilancia y control.
9	Realizar un inadecuado seguimiento, Alcance del contrato	<ul style="list-style-type: none"> _ Fallas humanas. _ Incumplimiento de los procedimientos establecidos. _ Personal calificado. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Lesiones personales. _ Demandas. _ Pérdidas económicas. _ Interrupción del servicio. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Fallas humanas. _ Incumplimiento de los procedimientos establecidos, uso de EPP. _ falta de señalización en el proceso de plan de manejo vial.
10	Afectar a personal y/o propiedad de terceros y/o propio en la ejecución contractual	<ul style="list-style-type: none"> _ Fallas humanas. _ Incumplimiento de los procedimientos establecidos, uso de EPP. _ falta de señalización en el proceso de plan de manejo vial. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Lesiones personales. _ Afectaciones a terceros _ Daño a propiedad planta y equipo. _ Pérdidas económicas. _ Demandas. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Fallas humanas. _ Incumplimiento de los procedimientos establecidos. _ Recibo y/o despacho inadecuado del material y equipos en el área. _ Personal calificado.

Cod.	Evento de riesgo	Causas	Impactos / Consecuencias	Causa que mitiga
11	Seguimiento a las actividades de obra Civil	<ul style="list-style-type: none"> _ Fallas humanas. _ Incumplimiento de los procedimientos establecidos, especificaciones técnicas, pruebas. _ Demora en la ejecución de actividades, juntas finales. _ No contar con otro punto de suministro. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Pérdidas económicas _ Afectaciones a terceros _ Demandas. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Fallas humanas. _ Incumplimiento de los procedimientos establecidos, uso de EPP. _ Falta de señalización en el proceso de plan de manejo vial.
12	Incumplir las especificaciones técnicas y la normatividad	<ul style="list-style-type: none"> _ Personal no competente para la ejecución de la construcción _ Condiciones que no cumplen requisitos mínimos _ Desconocimiento de la normatividad y reglamentos _ Uso de herramientas no adecuadas. _ Falta de control y seguimiento por parte del responsable. _ Fallas en el software y/o aplicaciones empleadas para el diseño. _ No tener las entradas o datos requeridos para el diseño. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Generación de atmósferas explosivas _ No certificación y puesta en servicio por organismo OIA. _ Reprocesos y demoras en el avance constructivo. _ Incumplimiento en los indicadores. _ Afectaciones al usuario. _ Sobre costo en mano de obra y materiales. _ Interrupción en la continuidad del Servicio. _ Daños a la red secundaria. 	<ul style="list-style-type: none"> _ Generación de atmósferas explosivas. _ No certificación y puesta en servicio por organismo OIA. _ Reprocesos y demoras en el avance constructivo. _ Incumplimiento en los indicadores. _ Afectaciones al usuario. _ Sobre costo en mano de obra y materiales. _ Interrupción en la continuidad del Servicio. _ Daños a la red secundaria.

4.3.10 Plan de las Adquisiciones del Proyecto

El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 466) define la planificación de riesgos como el proceso de documentar las decisiones de adquisiciones del proyecto.

4.3.10.1 Entradas para el Plan de las Adquisiciones. Se toman como base el acta de constitución del proyecto, la EDT, y los activos de los procesos de la organización.

4.3.10.2 Salidas para el Plan de Gestión de las Adquisiciones. A partir de los documentos de entrada, se elabora el Plan de adquisiciones, presentado a continuación:

Tabla 18. *Plan de adquisiciones del proyecto*

Componente	Descripción
Implementación del plan de las adquisiciones	<p>Los procesos y sus herramientas técnicas asociadas se documentan en el presente plan.</p> <p>Planificación de las actividades: Como datos de entrada, se empleará la línea base del alcance, lista de entregables, criterios de aceptación, documentación de requisitos y la disponibilidad de mercado, debido a la ubicación del proyecto. Se utilizará las siguientes técnicas y herramientas para desarrollar este proceso.</p> <p>Análisis de compras: El análisis de elección para adquirir un producto/servicio se tomará en cuenta los siguientes factores. - Experiencia de la empresa - Capacidad del recurso propio -limitaciones al presupuesto - Plazo de entrega del producto final</p> <p>Juicio de expertos: Se contará con la aprobación de la dirección técnica para el aseguramiento, a solicitud de los responsables de la ingeniería del proyecto, principalmente de la adquisición de la licencia de software Gasworks; también se contará con el apoyo del área de compras de la empresa, para garantizar el cumplimiento de la compra del producto, y el área jurídica de la empresa asesorará el proyecto para definir la modalidad del contrato.</p> <p>Clasificación y tipos de contratos: Se clasificará en dos tipos, el contrato principal del proyecto para</p>

Componente	Descripción
	<p>mano de obra civil y el contrato para adquisiciones de materiales y recursos terceros.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contrato principal: se firmará entre la empresa contratistas de obra civil. - Contrato de adquisiciones de materiales y recursos: para adquisiciones de producto o servicios se definirán según la naturaleza de la adquisición. <p>Efectuar las adquisiciones: Se contará con la siguiente información como datos de entrada: plan de la gestión de adquisiciones, lista de los entregables y los criterios de aceptación, los documentos de la adquisición y evaluación de selección de proveedores. El área de compras ayudará con la información de algunos posibles vendedores y sus referencias comerciales.</p> <p>Como técnicas y herramientas se contará con la reunión con los oferentes, para despejar dudas sobre los alcances del material y/o recursos, así como condiciones de adquisiciones. También se evaluarán propuestas con base en los criterios de evaluación de los proveedores, según la política de adquisición de la empresa.</p> <p>Administrar las adquisiciones: Se utilizará la información como datos de entrada a los documentos de adquisición:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de control de cambios, inspección y auditorias <p>El entregable consiste en la preparación de la documentación del contrato, y la solicitud de cambio si fuese requerido.</p>

4.3.11 Plan de Gestión de los Interesados

El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 507) define la planificación del involucramiento de los interesados como el proceso para involucrar a los interesados del proyecto, a partir de sus necesidades y el impacto que estos tengan en el proyecto.

4.3.11.1 Entradas para el Plan de los Interesados. Se toman, como base, el acta de constitución del proyecto, la EDT, los acuerdos contemplados en el Caso de negocio y las políticas internas de la empresa.

4.3.11.2 Salidas para el Plan de Gestión de los Interesados. Las salidas para el plan de los interesados se contemplan en la sección 1.8 de este documento, gestión de los interesados; constan de: la matriz de trazabilidad de requisitos, presentada en la Tabla 8, y la matriz de análisis de interesados del proyecto, presentada en la Tabla 9.

5. Discusión

A partir del Estudio técnico San Juan de Villalobos, y del análisis presentado en este documento, se presentan las siguientes consideraciones:

Este proyecto tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas que beneficiara este proyecto, de igual manera generara empleo durante y después de su ejecución.

Este proyecto cumple con los requerimientos establecidos por la norma técnica colombiana (NTC) aprobados por el ministerio de minas y energía, al igual que las recomendaciones establecidas por la A.G.A. (American Gas Association) y del IGT (Instituto of Gas Tecnology) así como las normas DOT-OPS (Departamento de Transporte of Office of Pipeline Safety).

Adicionalmente, se hacen las siguientes recomendaciones:

Este trabajo puede servir de punto de partida para que la empresa Surcolombiana de Gas S.A. E.S.P., o cualquier otra que pertenezca a la industria del *oil & gas*, mejore la organización de los procesos de sus proyectos.

En este documento se desarrollaron planes subsidiarios para todas las áreas de conocimiento contempladas en el PMBOK. El director de un proyecto de características similares puede tomarlo como ejemplo y aplicar los mismos planes subsidiarios; sin embargo, se recomienda analizar las circunstancias y características de cada proyecto, con el fin de definir cuáles son aquellos planes que ameritan ser desarrollados, cuáles se pueden descartar, y cuáles, de aquellos que este ejercicio no contempla, se pueden añadir.

6. Conclusiones

- A partir de los estudios técnicos previos desarrollados por la empresa Surcolombiana de Gas S.A. E.S.P., se analizaron los requerimientos específicos, y de esta manera se determinó el alcance del proyecto.
- Se caracterizaron las normativas técnicas referentes a la construcción de redes de gas domiciliario.
- De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se determinaron cuáles serían los planes subsidiarios adecuados para este tipo de proyecto.
- Se desarrollaron los planes subsidiarios que integran el Plan para la dirección del proyecto, de esta manera se establecieron, priorizaron y asignaron tareas y recursos necesarios para satisfacer los objetivos del mismo.
- Se constató que la metodología PMI es efectiva en la planificación de proyectos altamente predictivos, como el que se trabajó en este ejercicio académico.

Referencias

- Apolinario Gabriel, M., Barrantes Vilalta, D., Gonzaga Pablo, C., y Serván Ventura, R. (2020). *Aplicación de las buenas prácticas de dirección de proyectos propuestas por la guía PMBOK (6ta edición) en el proyecto de gasoducto de la Costa*. (Trabajo de grado, Magíster en administración). Universidad ESAN, Perú. Repositorio Institucional Universidad ESAN. https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2061/2020_MATP-WE_17-1_09_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Badiru, A.B., y Osinaya, S.O. (2013). *Project management for the oil and gas industry: a world system approach*. CRC Press, Taylor and Francis group.
- El proyecto de gasificación rural que beneficia, especialmente, a miles de mujeres campesinas tolimenses y a sus familias*. Consultado el 29 de mayo de 2023. www.tolima.gov.co/noticias/3093-el-proyecto-de-gasificacion-rural.
- MinMinas, Resolución 90032 de 2014. *El Ministerio de Minas y Energía*. “Establecen los requisitos de presentación de los proyectos dirigidos a la prestación del servicio público de gas combustible a través del desarrollo de infraestructura de Gas Licuado de Petróleo (GLP) por red de tubería de gas a nivel nacional.
- NORMAS ASME, *Para la construcción de estaciones de gas combustible (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)*, ASME B.31.3 *Tuberías de proceso*, 2008; ASME B.31.8 *Tuberías de transporte y distribución de gas natural*, 2014.
- NORMAS API, *Prácticas y procedimientos para la promoción y mantenimiento de condiciones de trabajo seguras y saludables para el personal involucrado en el desarrollo de petróleo y gas*, API 2510 *Diseño y construcción de instalaciones de gas licuado del petróleo*, 2001.

NORMAS NACE, Requisitos de material para HS2 (ácido sulfhídrico) que contiene a producción y el equipo de petróleo y gas, NACE RPO169 Control de la corrosión externa en sistemas de tuberías metálicas enterradas o sumergidas, 2013; NACE RPO178 Prácticas de diseño, fabricación y acabado superficial para tanques y recipientes que se revestirán para servicio de inmersión, 2007.

NORMAS NFPA, *Para sistemas de protección contra incendios (Asociación Nacional de protección contra el fuego)*. NFPA 10 *Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios*, 2007; NFPA 13 *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*, 2019; NFPA 15 *Protección contra incendios de agua pulverizada*, 2017; NFPA 16 *Sistema de rociadores de agua y espuma*, 1999; NFPA 22 *Tanques de agua contra incendios*, 2003; NFPA 24 *Instalación de tuberías para servicio privado de incendios*, 2001; NFPA 51 *Prevención de incendios durante operaciones de soldadura, corte y otros trabajos en caliente*, 2019; NFPA 54 *Requisitos mínimos de seguridad para instalaciones gas combustible*, 2021; NFPA 58 *Requisitos mínimos de seguridad para todas las instalaciones de gas licuado del petróleo*, 2020; NFPA 77 *Práctica recomendada en electricidad estática*, 2019.

NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS (NTC) - *Icontec, Para la construcción de redes de distribución de gas combustible e instalaciones internas para usuarios domiciliarios*, NTC 522-1 *Recipientes metálicos cilindros de acero con costura para gases licuados del petróleo*, 2015; NTC 1091 *Válvulas para recipientes portátiles para gases licuados del petróleo*, 1997; NTC 1672 *Cilindros de gas para uso industrial*, 2008; NTC 1746 *Tubos y accesorios termoplásticos para conducción de gases a presión*, 2008; NTC 1908 *Válvulas manuales para artefactos a gas, válvulas para conectores de artefactos y válvulas terminales de manguera*, 1998; NTC 2303 *Especificaciones para gases licuados del*

petróleo, 1998; NTC 2505 Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales, 2006; NTC 2576 Válvulas y mecanismos termoplásticos de corte, accionados manualmente, para sistemas de distribución de gas, 1993; NTC 3410 Accesorios de polietileno tipo campana para tuberías de polietileno con diámetro exterior controlado tipo IPS y CTS, 1994; NTC 3527 Gases de ensayo, presiones de ensayo y categorías de los artefactos a gas, 2004; NTC 3531 Artefactos domésticos que emplean gases combustibles para la producción instantánea de agua caliente. Calentadores de paso de agua continuo, 2021; NTC 3567 Conductos metálicos para la evacuación por tiro natural de los productos de la combustión del gas, 2005.

NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS (NTC) - Icontec, Que hacen referencia a las propiedades físicas y químicas del gas combustible, NTC 2518 Método de ensayo para el análisis de gases del petróleo (GLP) y polipropileno concentrado por cromatografía de gases, 1999, NTC 2521 Método para la determinación de la densidad o densidad relativa de hidrocarburos livianos por medio del hidrómetro bajo presión, 2004; NTC 2563 Método de ensayo para determinar la volatilidad de los gases licuados del petróleo, 2004.

NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS (NTC) - Icontec, *Que hacen referencia a los sistemas de suministro de gas combustible, NTC 3458 Identificación de tuberías y accesorios, 1992; NTC 3624 Recomendaciones para estrangulamiento de tubos de poliolefinas para la conducción de gases a presión, 2004; NTC 3728 Gasoductos. Líneas de transporte y redes de distribución, 2018; NTC 3838 Presiones de operación permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles, 2007; NTC 3853 Equipos, accesorios, manejo y transporte de GLP, 1996; NTC 3949 Gasoductos. Estaciones de regulación de*

presión para líneas de transporte y redes de distribución de gas combustible, 2002; NTC 4282 Instalaciones para suministro de gas en edificaciones industriales, 1997.

Pozo Bernal, S.A. (2019). *Metodología basada en el PMBOK para implementar proyectos de transporte de gas natural*. (Trabajo de grado, Ingeniería industrial y de sistemas) Universidad de Piura, Perú. Repositorio Institucional Universidad de Piura. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4489/ING_636.pdf?sequence=1&isAllowed=y%20

Project Management Institute, *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, (Guía del PMBOK® Sexta Edición, Project Management Institute Inc., 2017.*

EPM apostará a proyectos de biogás para inyectarlo a su red de gas natural. Con ello la empresa espera disminuir en 20.000 toneladas de dióxido de carbono. Consultado el 27 abril de 2023. www.semana.com/economia/empresas/articulo/epm.

Surcolombiana de Gas S.A. E.S.P. (2022), *Formulación del Proyecto Implementación del servicio de gas domiciliario por redes a usuarios de estratos 1 y 2 en 13 Municipios del departamento del Huila, Estudio elaborado por Dirección de proyectos Surcolombiana de Gas S.A. E.S.P., 2022.* <http://www.surgas.com>

Surcolombiana de Gas S.A. E.S.P., *Estudio técnico de ingeniería Construcción de un Propanoducto urbano domiciliario para la vereda San Juan de Villalobos del Municipio de Santa Rosa, Departamento del Cauca, Estudio elaborado por Dirección de proyectos Surcolombiana de Gas S.A. E.S.P., 2023.*

Surcolombiana de Gas S.A. E.S.P. (SURGAS) (2023). <http://www.surgas.com>.

UPME, Resolución 330 de 2021. *Define los proyectos IPAT del Plan de Abastecimiento de Gas Natural susceptibles de ser ejecutados en primera instancia por el transportador*

incumbente del sistema de transporte correspondiente.

https://www1.upme.gov.co/Normatividad/330_2021.pdf