

PROYECTO DE ESTANDARIZACIÓN PARA EL PROCESO DE MODERNIZACIÓN
DE SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO EN MUNICIPIOS DE QUINTA Y SEXTA
CATEGORÍA EN COLOMBIA.

JUAN CARLOS ARISTIZABAL GALLEGO

JUAN CAMILO RAMOS VALLEJO



FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PEREIRA, 2022

PROYECTO DE ESTANDARIZACIÓN PARA EL PROCESO DE MODERNIZACIÓN
DE SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO EN MUNICIPIOS DE QUINTA Y SEXTA
CATEGORÍA EN COLOMBIA.

JUAN CARLOS ARISTIZABAL GALLEGO

JUAN CAMILO RAMOS VALLEJO

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

CARLOS ALBERTO BURITICÁ

DOCENTE FACULTAS DE CIENCIAS EMPRESARIALES



FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PEREIRA, 2022

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Pereira, abril de 2022

Resumen

Los sistemas de alumbrado público son responsabilidad de cada una de las administraciones municipales, las cuales pueden delegar en terceros su Administración, Operación y Mantenimiento (AOM), con la supervisión y bajo normas claras definidas por el gobierno nacional.

Este proyecto busca identificar falencias en los procesos de modernización del Sistemas de Alumbrado Público (SALP) de dos municipios de quinta y sexta categoría de la región, y aplicar un plan de mejora con herramientas y técnicas del estándar del Project Manager Institute (PMI por sus siglas en inglés) el cual permita estandarizar el mapa de procesos identificados como críticos, que se tiene actualmente para la modernización a tecnología LED (Diodo Emisor de Luz), de los antiguos sistemas de alumbrado público de gas de sodio y de mercurio.

Palabras claves: Alumbrado público, tecnología LED, diagrama de procesos, EDT.

Abstract

Public lighting systems are the responsibility of each of the municipal administrations, which can delegate their Administration, Operation and Maintenance (AOM) to third parties, with supervision and under clear standards defined by the national government.

This project seeks to identify shortcomings in the modernization processes of the Public Lighting Systems (SALP) of two fifth and sixth category municipalities in the region, and apply an improvement plan with tools and techniques of the standard of the Project Manager Institute (PMI for its acronym in English) which allows to standardize the map of processes identified as critical, which is currently available for the modernization to LED technology (Light Emitting Diode), of the old public lighting systems of sodium gas and mercury.

Keywords: Public lighting, LED technology, process diagram, EDT.

Contenido

Resumen	iv
Abstract	v
1. El problema de investigación	1
1.1 Antecedentes de la idea	1
1.2 Situación problema	1
1.3 Formulación del problema	3
1.4 Sistematización	3
1.5 Hipótesis	4
1.6 Objetivo general	4
1.7 Objetivos específicos	4
1.8 Justificación	5
2. Marco de referencia	7
2.1 Marco teórico	14
2.1.1 Planeación estratégica logística	14
2.1.2 Estudios de tiempos y movimientos	15
2.1.3 Alumbrados públicos modernos	16
2.1.4 Estandarización de procesos	16
2.1.5 Categorías de municipios en el territorio nacional.	17
2.1.6 Guías para selección de proveedores	18
2.1.7 Guía para selección de personal	20
2.1.8 Gestión del riesgo cambiario	21

2.2 Marco conceptual.....	21
2.3 Marco normativo	25
2.4 Marco situacional.....	28
2.5 Glosario.....	29
3. Diseño metodológico	31
3.1 Universo.....	32
3.2 Población o muestra.....	32
3.3 Delimitación del estudio.....	32
3.4 Etapas o fases de la investigación.....	33
3.5 Variables e indicadores.....	33
3.6 Instrumentos para recolección de información	34
3.7 Procesamiento y análisis de la información	34
4.0 Diagnóstico de procesos llevados a cabo actualmente por la empresa para modernizar SALP.....	35
4.1 Identificación de procesos actuales.....	35
4.2 Descripción de procesos identificados.....	37
4.3 Talento humano	43
4.4 Documentación y datos de modernizaciones anteriores.....	46
4.5 Tiempos de ejecución de procesos identificados para modernizaciones de SALP	49
4.6 Relación de costos asumidos para modernizaciones anteriores.....	53
4.7 Diagrama o mapa de procesos actual	56
5.0 Identificación y categorización de los procesos más deficientes.....	57

6.0 Implementación y desarrollo de herramientas y técnicas del PMI para estandarizar el proceso de modernización del SALP.	62
6.1 Implementación de la estructura de desglose de trabajo (EDT) para el proceso de modernización del SALP.	63
6.2 Análisis multicriterio para selección de personal técnico.	64
6.3 Análisis multicriterio para selección de proveedores.	68
7.0 Análisis de resultados tras la aplicación de plan de mejora en modernización de dos municipios (quinta y sexta categoría).	70
7.1 Descripción de generalidades de los dos municipios a modernizar (quinta y sexta categoría).	71
7.2 Medición de tiempos de ejecución de paquetes de trabajo de la EDT.	72
7.3 Comparación y análisis de resultados obtenidos a partir de la aplicación del plan de mejora en los municipios de quinta y sexta categoría.	77
8. Conclusiones	80
9. Recomendaciones	81
10. Trabajos futuros	81
Bibliografía	82

Índice de ilustraciones.

ILUSTRACIÓN 1. BENEFICIOS DE LA MODERNIZACIÓN SALP A TECNOLOGÍA LED.	2
ILUSTRACIÓN 2. ESQUEMA CONCEPTUAL ESTRATEGIA PARA LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES.	19
ILUSTRACIÓN 3. ESQUEMA COMPETENCIAS EN RELACIÓN A LA ESTRATEGIA.....	20
ILUSTRACIÓN 4. UBICACIÓN GEOESPACIAL DE LOS DEPARTAMENTOS QUE CONFORMA EL EJE CAFETERO - COLOMBIA.	28
ILUSTRACIÓN 5: ORGANIGRAMA ACTUAL DE LA EMPRESA.....	44
ILUSTRACIÓN 6. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDT), PARA MODERNIZACIÓN DE SALP.....	63
ILUSTRACIÓN 7. DIAGRAMA DE GANTT, MUNICIPIO DE QUINTA CATEGORÍA, PROGRAMADO EN MICROSOFT PROJECT.	75
ILUSTRACIÓN 8. DIAGRAMA DE GANTT, MUNICIPIO DE SEXTA CATEGORÍA, PROGRAMADO EN MICROSOFT PROJECT.....	76

Índice de tablas

TABLA 1. RESUMEN MARCO NORMATIVO ALUMBRADO PÚBLICO EN COLOMBIA.	26
TABLA 2. PROCESOS IDENTIFICADOS PARA LA MODERNIZACIÓN DE SALP ACTUALES.	36
TABLA 3. LISTADO TALENTO HUMANO DE LA ORGANIZACIÓN.	45
TABLA 4. DATOS GENERALES, NUMERO DE LUMINARIAS, CATEGORÍAS Y TIEMPO POR MUNICIPIOS.	47
TABLA 5. RENDIMIENTO DE PROYECTOS POR UTILIDAD PERCIBIDA.	48
TABLA 6. RELACIÓN DE TIEMPOS POR PROCESOS CONSUMIDO POR LA EMPRESA EN CADA PROCESO.....	50
TABLA 7. RELACIÓN DE COSTOS POR MANO DE OBRA	54
TABLA 8. RELACIÓN DE COSTOS DE INSUMOS POR MUNICIPIO	55
TABLA 9. JUICIO DE EXPERTOS DE ACUERDO A LOS PROCESOS IDENTIFICADOS	59
TABLA 10. MEMORIA ARGUMENTATIVA POR CADA UNO DE LOS EXPERTOS.....	61
TABLA 11. MATRIZ DE ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA SELECCIÓN DE PERSONAL EN MUNICIPIO DE QUINTA CATEGORÍA.	65
TABLA 12. MATRIZ DE ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA SELECCIÓN DE PERSONAL EN MUNICIPIO DE SEXTA CATEGORÍA.	67
TABLA 13. MATRIZ DE ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE LUMINARIAS LED	69
TABLA 14. REQUERIMIENTO MUNICIPIOS A MODERNIZAR.	72
TABLA 15. SECUENCIA Y MEDICIÓN DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN POR PAQUETE DE TRABAJO BAJO ESTÁNDAR PMBOK.....	73
TABLA 16. RESULTADOS POR VARIABLE EN MODERNIZACIÓN SALP MUNICIPIOS DE QUINTA Y SEXTA CATEGORÍA.	77
TABLA 17. COMPARATIVO DE RESULTADOS MUNICIPIO DE SEXTA CATEGORÍA, DONDE SE APLICÓ EL ESTÁNDAR VS DONDE SE REALIZÓ DE FORMA TRADICIONAL.	78
TABLA 18. COMPARATIVO DE RESULTADOS MUNICIPIO DE QUINTA CATEGORÍA, DONDE SE APLICÓ EL ESTÁNDAR VS DONDE SE REALIZÓ DE FORMA TRADICIONAL.	79

1. El problema de investigación

1.1 Antecedentes de la idea

Se identifica la necesidad de desarrollar un proceso de estandarización en la ejecución de los diferentes proyectos que desarrollan las empresas locales de alumbrado público, en la modernización a tecnología LED, así como en la AOM de alumbrado público en municipios de quinta y sexta categoría del territorio nacional, esto debido a que se han identificado retrasos y problemáticas en la ejecución de las modernizaciones de SALP municipales.

1.2 Situación problema

Las empresas del sector público-privado que desarrollan procesos de AOM a los SALP del territorio nacional no cuentan con procesos de estandarización o guías estandarizadas para la modernización a tecnología LED, que permitan lograr en los tiempos y costos los resultados planeados.

La trayectoria de la organización a evaluar, se ha destacado por llevar a cabo varios proyectos concernientes al tema de alumbrado público en el país y actualmente administra más de 30.000 luminarias en distintos centros poblados. Un claro ejemplo de esto son los municipios del Norte del Valle, donde la empresa ha sido líder y pionera en el *suministro, mantenimiento, renovación y administración* de sistemas de alumbrado público desde el año 1998.

Es así como prestando sus servicios en diferentes municipios, la empresa administra 10 sistemas de alumbrado público. Para realizar esta investigación, se escogieron dos de estos (siendo uno de ellos de quinta categoría y el otro de sexta). El objetivo es implementar herramientas del PMI desarrolladas en la guía PMBOK (por sus siglas en inglés - Project Management Body Of Knowledge) en el marco de la modernización a tecnología LED y *comparar* los resultados con otros dos sistemas de alumbrado público en los que no se aplicaron estas estrategias de estandarización.

Resulta importante realizar esta estandarización, debido a que en el último año la empresa está teniendo mayor participación y proyección en los sistemas de alumbrado público municipales, licitando activamente ante las diferentes entidades del territorio nacional. Sin embargo, se han identificado dificultades con la ejecución de los diferentes proyectos afectando el cumplimiento en los tiempos pactados y los rendimientos financieros.

Ilustración 1. Beneficios de la modernización SALP a tecnología LED.



Fuente. Instituto de valorización de Manizales - Invama.

Ahora bien, la empresa logra obtener las contrataciones esperadas que permiten su crecimiento organizacional, pero se identifican aspectos que afectan la ejecución de estas. Una vez se lleva a cabo la firma de los diferentes proyectos, se presentan dificultades en la puesta en marcha de las actividades que permitan lograr el objeto del proceso, principalmente se han identificado en el análisis de distintos municipios las siguientes oportunidades de mejora:

- Incumplimiento de tiempos estipulados en las contrataciones.
- Pérdida de utilidad al término de los contratos.
- Demora en el proceso de selección de los proveedores (retrasa la operación).
- No se tiene definida una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).

- No se tiene definida una Estructura de Desglose de Recursos (RBS).
- Ejecuciones presupuestales erradas (sobrecostos).
- Demora en la selección del personal técnico.
- Inconsistencias en la información sobre los SALP que se administran.
- Sobrecosto en la compra de insumos por compras tardías.

Estas causales identificadas en el desarrollo de los proyectos de modernización de SALP de los municipios podrían generar cancelaciones de contratos, pérdidas totales en los márgenes de rentabilidad y mala reputación para la misma empresa que representaría pérdida de futuras contrataciones. Es así como se infiere que, la planeación anticipada entre departamentos técnicos y de compras, así como la agilización del proceso de selección del personal técnico, podrían *minimizar los tiempos de espera para el inicio de la operación y disminuir los sobrecostos*; variables que también se controlarían con la realización de un trabajo de campo con anterioridad sobre los municipios que se van a administrar.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo estandarizar la modernización de los SALP en dos municipios uno de quinta y otro de sexta categoría, pertenecientes a los departamentos de Caldas y Risaralda, de tal manera que los contratistas logren ejecutar la modernización en los tiempos estipulados y evitar sobrecostos en la ejecución?

1.4 Sistematización

¿A través de que metodología se podrán identificar las falencias en cualquier proceso de modernización de un sistema de alumbrado público?

¿Cuál(es) fase(s) del proceso actual impacta más significativamente los criterios claves de éxito identificados en la administración de un SALP?

¿Qué actividades, procesos o herramientas se deben desarrollar para mitigar el impacto de las problemáticas más influyentes sobre los criterios claves de éxito en la modernización de SALP a tecnología LED?

¿De qué manera medir los resultados producto de la aplicación de las herramientas y técnicas del PMI dentro del proceso global de la modernización de los municipios en quinta y sexta categoría?

1.5 Hipótesis

El desarrollo de un sistema de estandarización en la operatividad de la modernización de los SALP, en dos municipios del territorio nacional uno de quinta y otro de sexta categoría, que comprenda la planeación estratégica, creación de la EDT y el estudio de los recursos disponibles en cada eslabón de la cadena de suministro, posibilitará la ejecución de los contratos en los tiempos estipulados y la percepción de utilidad planeada.

1.6 Objetivo general

Desarrollar un sistema de estandarización que comprenda todo el proceso para la operatividad en la modernización de sistemas de alumbrado público, en municipios de quinta y sexta categoría y permita a los contratistas ejecutar las obras de modernización a tecnología LED en los tiempos y costos esperados.

1.7 Objetivos específicos

Realizar un diagnóstico sobre los procesos llevados a cabo actualmente para la modernización de cualquier SALP y analizar los datos obtenidos de tal manera que se pueda

elaborar el mapa actual del proceso, donde se identifiquen las falencias en los procesos actuales de modernización.

Identificar y categorizar los procesos y sus problemáticas más influyentes que repercuten directamente en el incremento de tiempos de ejecución y pérdida de utilidad al final del contrato.

Implementar y desarrollar herramientas y técnicas existentes en el estándar del PMI (PMBOK) o en la literatura existente para la gerencia de proyectos, que permitan estandarizar las actividades identificadas como críticas dentro del mapa de procesos llevado a cabo actualmente para la modernización de SALP.

Comparar los resultados del tiempo de ejecución de contratos y utilidad final, de los SALP que se desarrollaron de acuerdo al plan de mejora (donde se implementaron las técnicas de estandarización) y aquellos que no fueron intervenidos.

1.8 Justificación

Los sistemas de alumbrado público a nivel mundial hacen parte integral de la organización de la vida nocturna de las ciudades y municipios, logrando una percepción de seguridad y mejorando la calidad de vida a los residentes y visitantes (Pacheco Tovar, 2020). Colombia no ha sido ajena a las bondades de este servicio, desde la llegada de las primeras centrales de generación de energía eléctrica las principales ciudades se han visto beneficiadas, (Ochoa, Quintero, & Botero, 2002).

Con el fin de brindar estos servicios a la ciudadanía, el buen funcionamiento del sistema de alumbrado público es una responsabilidad que deben asumir las diferentes administraciones municipales, garantizando que este se encuentre en las mejores condiciones. Esto implica considerar las labores de AOM las cuales puede realizar directamente el mismo municipio,

subcontratarlas con un tercero, entregarlas en concesión, realizar contratos interadministrativos y/o conformar una empresa de economía mixta (Res. CREG 123 , 2011).

Para el caso de los dos sistemas de alumbrado público que analizaremos en el desarrollo de este trabajo (uno de quinta categoría y otro de sexta), los municipios han conformado empresas de economía mixta que se encargarán por los próximos 20 años de realizar la AOM del SALP.

Ahora bien, las ejecuciones de dichos contratos de modernización, han presentado diferentes problemáticas ocasionadas por la *deficiente operatividad*, como son retrasos en los tiempos de ejecución y sobrecostos por pago de energía generado por los sistemas de sodio instalados, que podrían subsanarse con agilización de la modernización a tecnología LED.

Con la modernización del sistema de alumbrado público se espera ahorrar un 50% de la energía que actualmente se paga *por concepto de alumbrado*, pero debido a los retrasos en la ejecución del proyecto se dejarán de percibir recursos por la reducción de la carga instalada en Kilovatio (KW) y los socios inversionistas dejan de recibir los dividendos por la modernización conocidos como el *Costo máximo de la Actividad de Inversión del Sistema de Alumbrado Público* (Res. CREG 123 , 2011).

En relación a los dos municipios analizados, desde el modelo financiero se proyecta que, para finales de diciembre de 2020, se cuente con los municipios modernizados y a partir del mismo mes se perciban ingresos por ahorro en la energía eléctrica. Por lo tanto, es importante controlar variables que garanticen dicho cumplimiento.

Cabe considerar la mala coordinación en la compra de materiales a tiempo; la volatilidad del precio del dólar que ha incrementado los costos, pues en un inicio se proyectaron cuando la tasa de cambio estaba en 3100 pesos (año 2019), pero los insumos se han tenido que adquirir con una tasa actual de cambio que ronda los 3500 pesos, generando esto un sobrecosto cercano al 12%. Esto sin contar que muchas veces el personal contratado se queda sin material para trabajar debido a la demora en la entrega del mismo y la mala planificación en el área de

compras. Lo anterior no permite que haya un flujo normal en lo que se tiene como cadena de suministro actual.

Se espera que la estandarización en la operatividad de la modernización de los SALP en los dos municipios, permita *minimizar los tiempos de ejecución de la modernización* y por consiguiente *maximizar significativamente la utilidad de los mismos*.

2. Marco de referencia

2.1 Antecedentes.

El alumbrado público es el servicio no domiciliario de iluminación, inherente al servicio de energía eléctrica, que se presta con el fin de dar visibilidad al espacio público, bienes de uso público y demás espacios de libre circulación, con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o distrito, para el normal desarrollo de las actividades (MinEnergía Decreto 2424, 2006).

En los tiempos actuales, se está experimentado el cambio de luminarias en los sistemas de alumbrado público de las distintas urbes, que requieren de la transición no solamente tecnológica sino también orientada hacia el ahorro y disminución de la contaminación ambiental, al volver más eficientes dichos sistemas con la renovación a luminarias de tecnología LED.

Para la realización del proceso de estandarización en modernizaciones de alumbrado público, es importante resaltar algunas investigaciones previas que aportaron herramientas y avances para un mejor desarrollo del proyecto, como se muestra a continuación:

Título: Diseño de alumbrado público de la calle 26 de Bogotá D.C con Bombilla Tipo LED.

Autores: Miguel Ángel Sánchez Santander, Hernán Bayardo Jiménez Rosero.

Institución: Universidad de la Salle.

Año: 2013

Resumen:

“La Calle 26 también llamada Avenida del Dorado es una de las vías más importantes de Bogotá, que recorre la ciudad de Oriente a Occidente, desde el aeropuerto El Dorado a la carrera 3, el presente estudio tuvo como objetivo principal diseñar una alternativa de alumbrado público moderno, eficiente y eficaz capaz de asegurar los requisitos generales de iluminación, establecidos en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) para de esta manera responder a las necesidades de los ciudadanos respecto a confiabilidad y seguridad. Para lograr este propósito se diseñó un sistema de alumbrado que utilizó como fuente de luz la bombilla tipo LED que proporciona el normal desarrollo de las actividades tanto vehiculares como peatonales, este diseño se realizó mediante la aplicación del software DIALUX y el software “SOFCURAP 1”. La bombilla tipo LED cumple con los requisitos exigidos en el RETILAP y además tiene el potencial de reducir el consumo de energía en un 16,74% mensual a comparación de las Bombillas de Sodio utilizadas en el sistema actual. Esto hace que el diseño se encuentre en contexto con el principio de eficiencia energética contemplado en el uso racional de la energía eléctrica, consistente para este caso de estudio en la gestión adecuada de la energía utilizada en alumbrado público, sin comprometer cualitativa ni cuantitativamente los niveles de iluminación deseados. De esta manera, el sistema de iluminación diseñado al ser más eficiente, beneficiará económicamente al usuario e impactará positivamente el medio ambiente permitiendo un uso sostenible de los recursos energéticos. El alumbrado público LED es considerado una alternativa viable frente a las soluciones tradicionales de iluminación pública, en razón de que proporciona cantidad y calidad de luz, adaptándose a las necesidades del espacio a iluminar, color de luz y temperatura de color según el tipo de objeto a iluminar, distribución fotométrica adecuada y reducción de la contaminación lumínica. El sistema de alumbrado público diseñado al compararse con el diseño que tiene la calle 26 implementado actualmente, permitió identificar los beneficios que otorga la bombilla tipo LED en un sistema de alumbrado público” (Sanchez & Jimenez, 2013).

Aportes al proyecto: Al revisar su aporte y especial el año en que fue publicado es uno de los primeros trabajos que incorpora la modernización de vías públicas a tecnología led en Colombia, lo que nos permite establecer desde que periodo estamos hablando de modernización de sistema de alumbrado público.

Título: Cambio de tecnología del alumbrado público en la ciudad de Tunja desde una perspectiva técnica y económica.

Autor: Andrés Santiago Plazas Tovar.

Institución: Universidad de los Andes.

Año: 2014

Resumen:

“El Proyecto es analizar la viabilidad Técnica y Económica y los beneficios de un cambio tecnológico en materia de Alumbrado Público en la ciudad de Tunja, capital del Departamento de Boyacá – Colombia; donde se reemplazarán las luminarias de descarga instaladas actualmente por luminarias de tecnología LED.” (Ríos Mesías & Ramos López, 2015)

Aportes al proyecto: Este proyecto aporta al estándar planteado cuales son los múltiples beneficios de la modernización a tecnología led, así como el análisis de los esquemas más convenientes para ejecutar e implementar el cambio de tecnología.

Título: Análisis de viabilidad de renovación tecnológica de una ISP.

Autores: Carlos Ramiro Restrepo Restrepo, Daniel Eduardo Arenas Pardo, Jorge Iván Cortes Jiménez.

Institución: Institución Universitaria Politécnico Gran-Colombiano.

Año: 2015

Resumen:

“Realizaron el análisis de viabilidad para la renovación tecnológica de una ISP (Proveedor de servicio de internet) con el objetivo de mejorar en ese entonces las condiciones del servicio que se brindaba a los clientes. Logrando así obtener un portafolio de servicios más competitivo y disminuyendo los índices de devolución por causa de ofertas de más calidad en cuanto a las velocidades de la red (Restrepo, Arenas, & Cortes, 2015).

Aportes al proyecto: Permite incorporar al proyecto las metodologías de renovación tecnología similares a las aplicables en los procesos de alumbrado público.

Título: Estandarización de procesos en una compañía dedicada a la construcción y remodelación de obras.

Autores: Ángela Pilar Jiménez Amorocho, Jennie Catalina Castillo Céspedes, Mercy Fagua Fagua

Institución: Universidad Piloto de Colombia.

Año: 2017

Resumen:

“Se evidenciará el problema de negocio existente dentro de una Constructora ubicada en la ciudad de Bogotá y su solución mediante la estandarización de procesos, con los cuales se busca realizar un mejoramiento al interior de las áreas que componen la compañía para así poder establecer tareas, responsables, tiempos, costos y sobre todo un control y seguimiento de los mismos. Además de lo anterior, se propenderá por la implementación de nuevas herramientas y procesos con los cuales se pueda informar a todos los responsables los avances de todos los pormenores de los proyectos que lleva a cabo la compañía con el fin de acceder a la información necesaria y así mitigar a tiempo los riesgos de las problemáticas identificadas como los desperdicios de materiales, incumplimiento de contratos, ausencias de días laborados por los trabajadores de obra, material innecesario y gastado en cada uno de los proyectos. La estandarización de cada uno de los procesos en cada una de los departamentos es

indispensable para evitar corrupciones, falsas comunicaciones, y aumentar la rentabilidad de la compañía” (Castillo, Fagua, & Jiménez, 2017).

Aportes al proyecto: Permite analizar el establecimiento de tareas y nuevas herramientas que informaron. Así como la relación en la cadena de abastecimiento con el fin de minimizar y mitigar a tiempo los riesgos y las problemáticas identificadas en cada proyecto adoptado por la compañía analizada.

Título: Análisis y diseño del sistema de optimizado de alumbrado público con tecnología led para el municipio de Nemocón, Departamento de Cundinamarca.

Autores: Juan Sebastián Velasco Gómez

Institución: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Año: 2018

Resumen:

“propone un proyecto de investigación acerca del consumo energético del sistema actual de alumbrado público del municipio de Nemocón ubicado en Cundinamarca, con el propósito de exponer medidas de eficiencia energética utilizando un diseño fotométrico (junto con el cambio de tecnología) para impactar favorablemente a la comunidad en términos sociales, económicos y ambientales. Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un análisis y diseño de alumbrado, mediante una metodología general y explicativa, que contiene a grandes rasgos el proceso a seguir cuando se quieren desarrollar modernizaciones de alumbrado público en tecnología led a grandes escalas, y que además que los diseños realizados cumplan con lo establecido en la norma RETILAP. Esta metodología contiene una toma de datos muy específicos, recogidos mediante los levantamientos eléctricos realizados en la zona urbana del municipio. Después, basado en dicha información se determina cada uno de los pasos a seguir, como lo son, la creación de planos (bajo la simbología de Condensa en likinormas) del circuito actual de alumbrado en tecnología de sodio, los cuales permiten establecer la relación que tiene cada

uno de los parámetros de alumbrado público (poste, luminaria y centro de distribución) mediante los circuitos ramales de baja tensión que los conforman, georreferenciación de los puntos luminosos, con el propósito de agilizar procesos de mantenimientos futuros, la clasificación de las vías según RETILAP, los diseños fotométricos en el software certificado Dialux, y los resultados obtenidos teniendo en cuenta la eficiencia energética.” (Velasco Gómez, 2018).

Aportes al proyecto: En este proyecto permite analizar un sistema de alumbrado público en cuanto a sus requerimientos de diseños, clasificación de vías y normativa vigente. La cual es de obligatorio cumplimiento y el desconocimiento o no aplicación podría generar retrasos en los procesos de modernización.

Título: Proyecto modernización tecnológica centro de convenciones.

Autores: Edwin Jerley González Melo, Andrés Felipe Velandia, Luz Jesmith López Sánchez

Institución: Universidad libre.

Año: 2018

Resumen:

“Esta Investigación, se enfoca principalmente en la innovación tecnológica para un centro de convenciones, que sea más atractiva y dinámica, que atraiga a los visitantes a tener nuevas experiencias, y que a futuro seamos apetecidos para los eventos que deseen realizar. Ir en la vanguardia de la evolución mundial” (González, Velandia, & López, 2018).

Aportes al proyecto: la investigación realiza un análisis de beneficios económicos del cumplimiento a cabalidad del alcance del proyecto desde lo financiero y las ventajas de una buena planeación.

Título: Aplicación de la guía PMBOK 6ed en la planificación de la construcción de viviendas tipo (vis) en el municipio de Valdivia (Antioquia), con materiales ecológicos WPC.

Autores: Juan Sebastián Monsalve Rodriguez

Institución: Universidad Católica de Colombia.

Año: 2019

Resumen:

“El proyecto va encaminado a analizar el proceso de planificación para la ejecución de viviendas de interés social con paneles prefabricados WPC, teniendo en cuenta los fundamentos gerenciales planteados por el PMBOK 6ed. En cuando al alcance, tiempo, costo y riesgos del proyecto, con el fin de crear criterios para optimizar los recursos y crear buenas prácticas aplicando las habilidades, herramientas y experiencia técnica adquirida en proyectos previos evitando así sobrecostos, demoras o incluso el fracaso del proyecto durante su ejecución, visualizando y diagnosticando los inconvenientes antes de que ocurran para su solución.”

(Monsalve, 2019).

Aportes al proyecto: Al tratarse de un proyecto de innovación tecnológica y de modernización infraestructura, aporta herramientas para la identificación técnica de paquetes de trabajo en la Estructura de desglose de trabajo.

Título: Estudio de prefactibilidad para la modernización del sistema de alumbrado público en el municipio de Abejorral, Antioquia.

Autores: Helena Patricia Mora Madrigal, Carlos Andrés Gómez Arboleda

Institución: Institución Universitaria Esumer.

Año: 2021

Resumen:

“El objeto de dicho estudio fue analizar primeramente la viabilidad técnica y financiera para realizar el recambio de luminarias existentes por luminarias de tecnología LED. Con lo anterior se logró potencializar la prestación del servicio bajo los criterios básicos de eficiencia

energética, confiabilidad en el sistema y sostenibilidad en el tiempo.” (Hinestroza, Mora, & Gómez, 2021).

Aportes al proyecto: En este proyecto, se analizan estudios similares en cuanto lo técnico para el desarrollo de la investigación actual; por lo tanto, se tomaron como referencias los estudios definidos y la metodología para llevar a cabo la modernización a tecnología led de un sistema de alumbrado público.

2.1 Marco teórico

El proyecto de estandarización para el proceso de modernización de sistemas de alumbrado público en los dos municipios que vamos a analizar, se orienta bajo los principios de la *planeación estratégica* y la *concepción global de la cadena de suministro*. Lo anterior contemplando temas como, creación de una EDT, RBS, alumbrados públicos, estandarización de procesos, guías y criterios para selección de personal y proveedores.

2.1.1 Planeación estratégica logística

La planeación estratégica logística como el entendimiento de contemplar un todo para el direccionamiento de un negocio o compañía, se basa en una guía clave que toma toda la cadena de suministro con el fin de implementar estrategias colaborativas como camino para facilitar relaciones (Jiménez & Castellanos, 2006). La estrategia logística permite establecer objetivos adecuados en cada proceso, que sean compatibles con los de las demás partes de la cadena de suministro. Su implementación abarca los siguientes pasos de acuerdo con (Ballesteros, Ballesteros, & Bernal, 2006):

- Asumir el papel de estrategia logístico.
- Establecer un direccionamiento estratégico.
- Hacer el diagnóstico del proceso logístico.

- Proponer opciones estratégicas logísticas.
- Realizar la formulación estratégica logística.
- Establecer los indicadores de gestión para el monitoreo logístico.
- Aplicar el proceso de planeación estratégica logística por niveles.

La correcta aplicación de los pasos mencionados, dará como resultado una organización con personal comprometido y preparado para el cambio; anticipando estrategias que permitan adicionar valor en cualquier eslabón de la cadena de suministro.

El ejercicio de planeación estratégica ha demostrado en distintos ámbitos que dependiendo de su buena aplicación y adaptación a características propias de cualquier proceso genera resultados satisfactorios al corto, media o largo plazo. En el caso de la revista colombiana “biotecnología” fue aplicado bajo la premisa de unos valores compartidos lo cual permitió el entendimiento entre los distintos departamentos generando que fuese la publicación líder en Colombia y entre las mejores a nivel latinoamericano (Jiménez & Castellanos, 2006).

2.1.2 Estudios de tiempos y movimientos

De acuerdo con (Tejada, Víctor, & Isabel, 2017)

“El estudio de tiempo y movimiento es una herramienta la cual sirve para determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen cualquier proceso. Así como los movimientos que son realizados por parte de un operario para llevar a cabo dicha operación”. (Tejada, Víctor, & Isabel, 2017, pág. 41)

Según este mismo autor, el análisis de los tiempos y movimientos tiene como objetivo:

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costes.
- Proporcionar un producto que sea cada vez más confiable y de alta calidad.

- Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

Es una técnica de tiempos y movimientos es fácil de utilizar y entender para el análisis de los métodos y el establecimiento de los estándares de tiempo. Puede utilizarse para evaluar todas las operaciones de algún proceso.

La aplicación de técnicas de estudio de tiempos y movimientos puede influir en el crecimiento económico y la percepción de utilidad de cualquier compañía. En el caso de una empresa de calzado se emplearon varias técnicas entre las que se destaca valoración del ritmo de trabajo y asignación de trabajo compartido tareas, se concluyó que se presenta un incremento en los rendimientos en el proceso hasta un 5% más sobre el que se llevaba anteriormente. Dándose así a través de la aplicación de diagramas de Ishikawa, diseño de diagrama de procesos y bimanual para todas las operaciones (Andrade, Del Rio, & Alvear, 2019).

2.1.3 Alumbrados públicos modernos

La revisión del contexto actual de *alumbrado público inteligente o moderno* con luminarias de LED, adquiere importancia en el marco de la búsqueda de la eficiencia energética y la minimización de costos operacionales durante la vida funcional en un SALP. Ante la considerable cantidad de energía eléctrica que se utiliza para hacer funcionar las luminarias públicas, que representa aproximadamente el 19% del consumo mundial de energía eléctrica, la reducción de dicha cifra sería un resultado muy positivo (Cely & Letrado, 2019).

En Colombia el concepto de alumbrado público inteligente se ha tornado de interés, aunque existen lugares donde falta reemplazar las luminarias obsoletas por LED para hacer eficiente el SALP.

2.1.4 Estandarización de procesos

De acuerdo con (Henaó, 2008, pág. 18),

“La estandarización es el desarrollo sistemático, aplicación y actualización de patrones, medidas uniformes y especificaciones para materiales, productos o marcas no es un proceso nuevo, ha existido desde hace mucho tiempo y constituye un método excelente para controlar los costos de materiales, eliminar el número de proveedores y ayudar a la gente a identificar los productos en donde quiera que se encuentre”.

Se hace necesario contar con personal capacitado para que la aplicación del concepto de estandarización sea exitosa dentro de cualquier ámbito. Un ejemplo de la importancia de la formación se evidenció en la empresa FRISA, en la cual se enfocaron en la estandarización del plan de capacitación a todo el personal y lograron impactar positivamente la productividad de la compañía (Diez & Abreu, 2009).

2.1.5 Categorías de municipios en el territorio nacional.

De acuerdo con la Ley 617 del 2020, expedida por el Congreso de la República de Colombia, se clasifican los municipios en seis (6) categorías y una categoría especial de acuerdo con el número de habitantes en la Municipio.

Primera categoría: Todos aquellos distritos o municipios con población comprendida entre cien mil unos (100.001) y quinientos mil (500.000) habitantes y cuyos ingresos corrientes de libre destinación anuales sean superiores a cien mil (100.000) y hasta de cuatrocientos mil (400.000) salarios mínimos legales mensuales.

Segunda categoría: Todos aquellos distritos o municipios con población comprendida entre cincuenta mil uno (50.001) y cien mil (100.000) habitantes y cuyos ingresos corrientes de libre destinación anuales sean superiores a cincuenta mil (50.000) y hasta de cien mil (100.000) salarios mínimos legales mensuales.

Tercera categoría: Todos aquellos distritos o municipios con población comprendida entre treinta mil uno (30.001) y cincuenta mil (50.000) habitantes y cuyos ingresos corrientes de libre

destinación anuales sean superiores a treinta mil (30.000) y hasta de cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales.

Cuarta categoría: Todos aquellos distritos o municipios con población comprendida entre veinte mil uno (20.001) y treinta mil (30.000) habitantes y cuyos ingresos corrientes de libre destinación anuales sean superiores a veinticinco mil (25.000) y de hasta de treinta mil (30.000) salarios mínimos legales mensuales.

Quinta categoría: Todos aquellos distritos o municipios con población comprendida entre diez mil uno (10.001) y veinte mil (20.000) habitantes y cuyos ingresos corrientes de libre destinación anuales sean superiores a quince mil (15.000) y hasta veinticinco mil (25.000) salarios mínimos legales mensuales.

Sexta categoría: Todos aquellos distritos o municipios con población igual o inferior a diez mil (10.000) habitantes y con ingresos corrientes de libre destinación anuales no superiores a quince mil (15.000) salarios mínimos legales mensuales.

2.1.6 Guías para selección de proveedores

En la búsqueda de mejores desempeños competitivos, una tendencia mundial es la *gestión en las cadenas de abastecimiento*, para este propósito, la selección de proveedores constituye una decisión estratégica de alto impacto en el rendimiento de la organización.

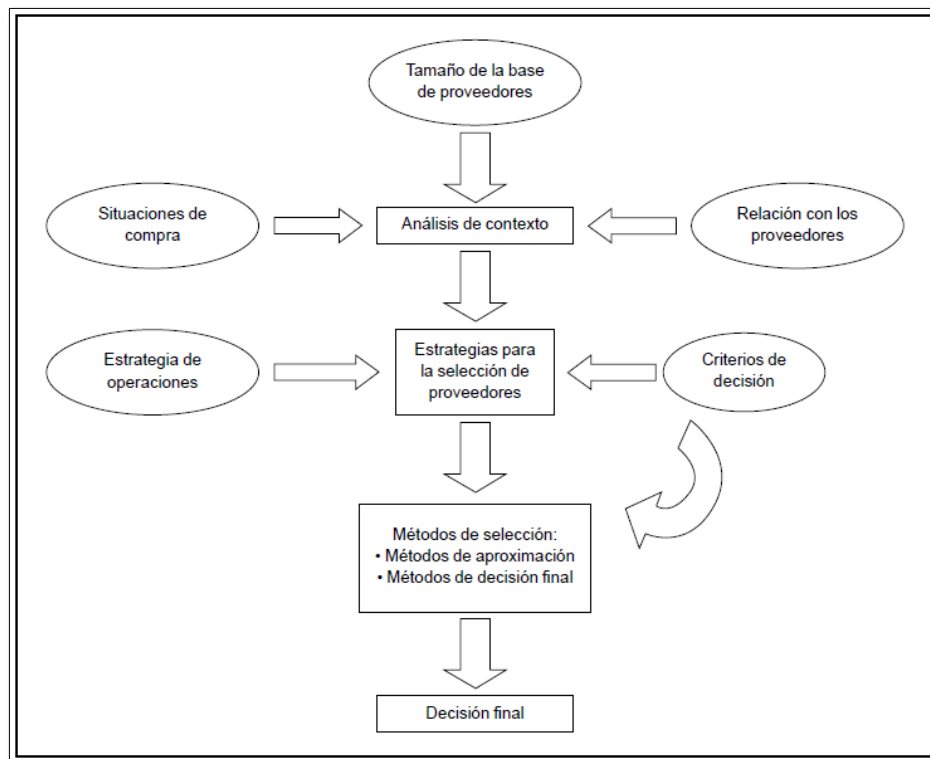
De acuerdo con esto una organización que busque tener acceso a las herramientas que le brinda la globalización de la economía, con un enfoque en estrategias competitivas que busquen la agregación de valor a los productos y la eficiencia en bajos costos son las premisas indispensables. Lo anterior como base fundamental en la simplificación e integración de procesos, la adaptación de nuevas prácticas de gestión colaborativas, también conocida como la gestión integrada de la triada de abastecimiento (fabricación, distribución e integración) muy utilizada en redes de comercialización internacionales, son requerimientos enfocados en la

adopción de herramientas administrativas orientadas al estudio e incorporación de actividades y estrategias relacionadas con la gestión logística y de cadenas de abastecimiento (Sarache, Castrillón, & Ortiz, 2009).

De acuerdo a lo anterior se presenta la ilustración 2, que es la compilación y estudio de la estrategia para la selección de Proveedores, está basada en tres ejes:

- El estudio del contexto y particularidades de la cadena de abastecimiento
- La estrategia para la función de aprovisionamiento y criterios de decisión
- Los métodos de selección como apoyo a la decisión.

Ilustración 2. Esquema conceptual estrategia para la selección de proveedores.



Fuente. (Sarache, Castrillón, & Ortiz, 2009)

En el caso de estudio para la industria camaronera en el país de Ecuador, se lograron determinar los criterios de selección a través de la evaluación de la percepción tanto de los

grupos de clientes y de proveedores las cuales fueron sometidas a análisis estadísticos para que posteriormente se determinaran sobre cuales parámetros se escogían entre unos u otros vendedores (Pacheco, Pupo, & Parra, 2019).

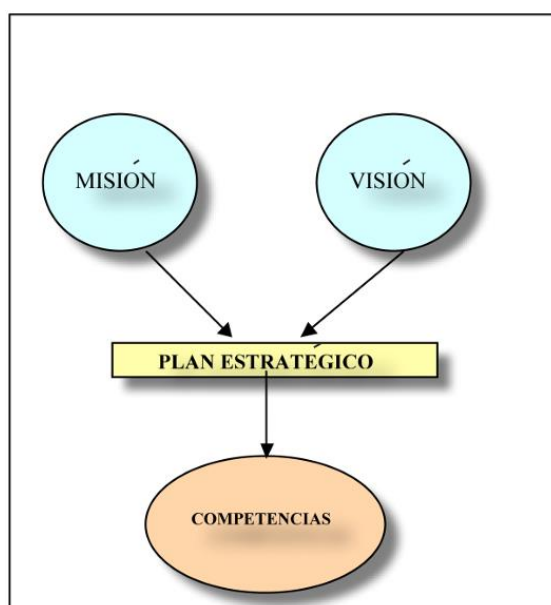
2.1.7 Guía para selección de personal

De acuerdo con (Hernández, 2012, pág. 173),

“Existe una arraigada tendencia a complicar los procesos de selección de personal, bajo la premisa de que, de esta manera, serán más científicos, objetivos y eficientes, sin tener en cuenta las implicaciones que los nuevos dispositivos representan para los candidatos que participan en los mismos”.

La entrevista por competencias requiere por parte del entrevistador no sólo capacidad de análisis sino agilidad para identificar los comportamientos que se desprenden de la narración de hechos. Para analizar y comprender lo que el entrevistado expresa en el diálogo, es imprescindible conocer el rubro al que se dedica la empresa, qué hace el entrevistado, los distintos niveles de las organizaciones y los roles que se juegan dentro de ella (López, 2010).

Ilustración 3. Esquema competencias en relación a la estrategia



Fuente. (López, 2010)

2.1.8 Gestión del riesgo cambiario

La volatilidad es la desviación estándar de la distribución de los rendimientos, de un activo en un portafolio o cartera, para algunos autores la volatilidad es

“un indicador relevante para la cuantificación de riesgo del mercado, debido a que representa una medida de dispersión de los rendimientos con respecto al promedio de los datos que hacen referencia a los rendimientos en un periodo determinado de tiempo” (Perez & Mican, 2016, pág. 35)

Para estudiar y predecir la volatilidad de forma acertada se utilizan los siguientes modelos:

- a. Modelo con históricos: el cual tiene como características es que se considera que la volatilidad no varía en el tiempo.
- b. Modelo con volatilidades históricas: en este proceso se considera que las ponderaciones a los datos históricos son fijas.
- c. Modelo ARMA: en esta técnica la volatilidad es un proceso, las ponderaciones se estiman mediante métodos estadísticos.
- d. Modelo de Garch: Una de las técnicas más utilizadas en este la volatilidad es un proceso estadístico, que permite modelar diferentes características de la distribución de los rendimientos (Perez & Mican, 2016)

2.2 Marco conceptual

Cadena de suministro: Las cadenas de suministros incluyen todas aquellas actividades asociadas con el flujo y transformación de productos provenientes de materias primas o insumos dirigidos al consumidor final (Garcia, 2006).

Cuello de botella: Se denomina así a aquellas actividades que disminuyen el proceso de producción, incrementando los tiempos de espera y reduciendo la productividad, lo cual genera un aumento en el costo final del producto (Britto, Mejía, & Caballeros, 2007)

Diagnóstico: Etapa de la consultoría en la cual se describe, sin evaluarse, la situación actual de una organización, de un grupo o de una persona (Torcat, 2020).

Diagrama de causa y efecto: De acuerdo con (Torcat, 2020)

“Diagrama usado para organizar y mostrar, en forma pictórica, las posibles causas de un problema o circunstancia. También llamado diagrama de espina de pescado y diagrama de Ishikawa”.

Diagrama de Gantt: Herramienta visual de planificación que describe las relaciones temporales de eventos en el transcurso del tiempo (Torcat, 2020).

Diagrama de procesos: Los diagramas de procesos son la representación gráfica de las actividades de una organización y son una herramienta de gran valor para analizarlas y ver en qué aspectos se pueden introducir mejoras.

Desviación estándar: Es una medida que ofrece información sobre la dispersión media de una variable.

Direccionamiento estratégico: El direccionamiento estratégico se define como la formulación de las finalidades y propósitos de una organización o proyecto, donde se consignan los objetivos definidos para un largo plazo que apuntan a la perdurabilidad, sostenibilidad y crecimiento de la misma que sirve de marco referencial para los objetivos y lineamientos consagrados en el plan estratégico. Contiene los términos de referencia con un alcance mucho mayor que los proyectos detallados en cada una de ellas para cumplir responsabilidades específicas y limitadas a su campo especializado de acción, desarrollando una imagen asociada de futuro con diferentes niveles o modelos que van desde lo general a lo particular desde el punto de partida en la misión hasta el cumplimiento total en el tiempo futuro de la visión estipulada.

EDT: Herramienta fundamental que consiste en la descomposición jerárquica, orienta al entregable del trabajo a ser ejecutado por el equipo de proyecto.

Flujo de trabajo: Secuencia de acciones para la ejecución de los aspectos operacionales de una actividad de trabajo, incluyendo el seguimiento del estado de cada una de sus etapas y la aportación de las herramientas necesarias para gestionarlo. La automatización de los flujos de trabajo facilita integrar los procesos de la empresa.

Indicador de gestión: Se conoce como indicador de gestión a aquel dato que refleja cuáles fueron las consecuencias de acciones tomadas en el pasado en el marco de una organización. La idea es que estos indicadores sienten las bases para acciones a tomar en el presente y en el futuro (Pérez & Merino, 2014).

Juicio de expertos: de acuerdo con (Robles & Del Carmen, 2015) el Juicio de Expertos es:

“método de validación útil para verificar la fiabilidad de una investigación que se define como “una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones”

Logística: es la función operativa importante que comprende todas las actividades necesarias para la obtención y administración de materias primas y componentes, así como el manejo de los productos terminados, su empaque y su distribución a los clientes.

PMBOK: Instrumento desarrollado por el Project management institute (PMI), que establece un criterio de buenas prácticas relacionadas con la gestión, administración y dirección de proyectos mediante la implementación de técnicas y herramientas que permiten identificar un conjunto de 47 procesos, distribuidos a su turno en 5 macroprocesos generales.

PMI: Organización estadounidense sin fines de lucro que asocia a profesionales relacionados con la gestión de proyectos desde principios de 2011, es la más grande en su rubro dado que se encuentra integrada por cerca de 500000 miembros en casi 100 países.

RBS: La estructura de desglose de recursos es una herramienta para ayudar a planificar y controlar el trabajo del proyecto. Agrupamiento de los riesgos del proyecto orientado a sus fuentes que organiza y define la exposición total del riesgo del proyecto.

Sistema económico: Conjunto de normas básicas, técnicas e institucionales, que dan el marco (brindan los límites) para la realización de la actividad económica. Todo sistema económico debe responder a cuatro interrogantes fundamentales:

- a) Qué producir: tipo de bienes, de consumo, de capital, en qué proporciones, etc.

- b) Cómo producir: donde se ubicarán las fábricas o unidades de producción, que tecnologías se utilizarán, qué fuentes de energía, cómo se transportarán las materias primas a las fábricas, como se distribuirán los productos terminados, etc.

- c) Para quién: esto implica la distribución del producto entre los diferentes sectores y actores sociales del proceso productivo.

- d) Cuánto crecer: dado que la población aumenta, de no incrementarse la capacidad productiva se estarían repartiendo cada año el mismo número de bienes entre mayor cantidad de personas, con el consiguiente empobrecimiento; debe elegirse entonces el ritmo de crecimiento, lo cual implica un dilema de carácter intertemporal, ya que la decisión afectará a la generación presente y a las futuras, ya que para crecer más (y beneficiar a la sociedad del futuro) hay que sacrificar consumo presente (nivel de vida) de la generación actual (Torcat, 2020).

Tasa Interna de Retorno: TIR. Representa la rentabilidad promedio por período generada por un proyecto de inversión.

Tiempo Estándar: Los tiempos estándar o tiempos tipo de fabricación o prestación, son la base para una serie de aplicaciones a nivel industrial y de servicio, aplicaciones sin las cuales las organizaciones difícilmente subsisten y entre ellas tenemos:

- Determinación del costo de mano de obra
- Determinación del costo total de producción
- Determinación del precio de venta.
- Realización de programas y presupuestos de producción.
- Determinación de plazos de entrega.
- Implementación de controles de mano de obra.
- Balanceo de línea.
- Implementación de programas de incentivos.

Tiempo de Ocio: es el conjunto de ocupaciones a las que el individuo puede dedicarse voluntariamente, sea para descansar, para divertirse o para desarrollar su información o formación desinteresada.

Tiempo Productivo: El tiempo de producción, en administración de operaciones, es el tiempo necesario para realizar una o varias operaciones. Está compuesto por los tiempos de: espera, preparación, operación y transferencia (Torcat, 2020).

Volatilidad: Volatilidad es la “inestabilidad de los precios en los mercados financieros”. Es decir, volatilidad es lo que varía la rentabilidad de un activo financiero respecto de su media a lo largo de un periodo de tiempo determinado.

2.3 Marco normativo

En Colombia se tienen dos instituciones encargadas de vigilar el cumplimiento de las diferentes normas y leyes emitidas por el gobierno con relación a los sistemas de alumbrado

público, la primera y más importante es el ministerio de Minas y Energía y la segunda es la Comisión Reguladora de Energía y Gas CREG.

De acuerdo con consultas realizadas ante la CREG, a continuación, se ilustra los marcos normativos que han regido en el país desde el más antiguo hasta los recientes.

Tabla 1. Resumen marco normativo Alumbrado Público en Colombia.

LEYES (Emitidas por el Congreso de la Republica).	
Ley 97 de 1913	Autoriza al concejo de Bogotá para crear un impuesto sobre el alumbrado público.
Ley 84 de 1915	Amplio la autorización asignada al municipio de Bogotá a todos los concejos municipales del país.
Ley 80 de 1993	Estatuto general de contratación de la administración pública.
Ley 136 de 1994	Establece en el numeral 1 del artículo 3 que le corresponde al municipio prestar los servicios públicos que determina la ley.
Ley 697 de 2001	Fomentar el Uso Racional y Eficiente de la Energía, URE, en todos los aspectos de la economía nacional.
Ley 1150 de 2007	Art 29 reglamenta el contrato de concesión de alumbrado público.
Ley 1386 de 2010	Por la cual se prohíbe que las entidades territoriales deleguen, a cualquier título, la administración de los diferentes tributos a particulares y se dictan otras disposiciones.
Ley 1819 de 2016	Reforma tributaria. Artículos 349 a 353.

Decreto (Emitidas en actos administrativos por el Ministerio de Minas y Energía - Minenergía).

Decreto 2424 de 2006 Reglamenta la prestación del servicio de alumbrado público.

2006

Res. 181331 de 2009 Expidió el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, RETILAP.

Decreto 1073 de 2015 Único Reglamento del Sector de Minas y Energía, que recopila el Decreto 2424 de 2006.

Decreto 943 de 2018 Por el cual modifica y adiciona la selección 1, capítulo 6 del Título III del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, relacionado con la prestación del servicio de alumbrado público.

Resoluciones. (Comisión de Regulación de Energía y gas – CREG)

Resolución CREG 123 de 2011 Aprueba la metodología para la determinación de los costos máximos que deberán aplicar los municipios o distritos, para remunerar a los prestadores del servicio, así como el uso de los activos vinculados al sistema de alumbrado público.

Resolución CREG 114 de 2012 Por el cual se modifica la Resolución CREG 123 DE 2011.

2012

Fuente: Elaboración Propia a partir del análisis de la Regulación Colombiana.

Actualmente en el país no existe una normatividad respecto a la modernización de SALP y la implementación en ellos de tecnología LED.

2.4 Marco situacional

En el año 2019 dos municipios uno de quinta y otro de sexta categoría a nivel nacional, ubicados en los departamentos de Caldas y Risaralda convocaron a licitación pública los proyectos de alumbrado público, con el único fin de buscar un socio estratégico capitalista que permitiera conformar empresas de economía mixta donde el socio mayoritario es el municipio con el 51% y el Socio Capitalista con el 49%, buscando prestar un buen servicio de alumbrado público a sus comunidades y comenzar la modernización de estos sistemas a Tecnología led de alta eficiencia amigable con el medio ambiente. Es así como se conformó para los municipios dos sociedades de economía mixta.

Ilustración 4. Ubicación Geoespacial de los departamentos que conforma el eje cafetero - Colombia.



Fuente. (Duque, 2020)

Teniendo en cuenta que es el nacimiento de dos nuevas empresas, se han podido identificar diversas dificultades de tipo administrativo, operativo y técnico debido principalmente a la falta de un proceso estandarizado que permita agilizar la toma de decisiones respecto a proveedores, personal idóneo a contratar y principalmente dar inicio al proceso de modernización de los

SALP de cada municipalidad, esto repercutiendo en que entre más rápido se modernice, más rápido se pondrán en marcha las nuevas tarifas de alumbrado público y se reducirá en un 50% el pago por consumo de energía de estos.

Se identificó en el mercado colombiano un gran número de luminarias tanto nacionales como de procedencia extranjera, que compiten entre sí por cual se posesiona en el mercado y vender sus diferentes productos, ahora bien en el momento de tomar decisiones de cuál es la mejor alternativa para comprar y que cumpla con cada una de las normativas vigentes se presentan dificultades por parte del departamento técnico en la definición de tipo de luminaria y proveedor, retrasando con esto a dar inicio a las actividades. Se identificó un problema similar en la selección del personal de campo, debido a que no se tiene definido el perfil ocupacional que debe cumplir cada uno de los trabajadores y los requisitos mínimos que estos deben de cumplir, ocasionando pérdida de tiempo y por consiguiente retrasando el inicio de las labores y provocando pérdidas en la utilidad esperada.

2.5 Glosario

- **Alumbrado público:** De acuerdo con el Decreto 2424 de 2006 de Minenergía.
“Alumbrado público es el servicio público no domiciliario que se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y demás espacios de libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o distrito. El servicio de alumbrado público comprende las actividades de suministro de energía al sistema de alumbrado público, la administración, la operación, el mantenimiento, la modernización, la reposición y la expansión del sistema de alumbrado público”.

- **Ahorro Energético:** muy conocido también como eficiencia energética es el objetivo de reducir la cantidad de energía requerida para proporcionar productos y servicios.
- **Cable rencauchutado:** conductor eléctrico de seguridad que este revestido con una chaqueta tipo caucho que permite estar expuesto al ambiente sin que esta sufra deterioro.
- **Calidad.** Aquellas características del producto que responden a las necesidades del cliente.
- **Costo:** es todo aquello que nos va a generar un ingreso, es decir que nos representa una inversión ya sea presente o futura.
- **CREG:** Comisión Reguladora de Energía y Gas.
- **Conectores de compresión:** Artefactos de uso eléctrico que permiten realizar conexión de luminarias de forma segura a la red de distribución de energía.
- **Eficacia:** es la capacidad que tiene una empresa para producir los efectos deseados.
- **Eficiencia.** Es la capacidad que tiene una organización o persona para conseguir el cumplimiento adecuado de una función o actividad.
- **Estándar.** Es un modelo o patrón que sirve para medir o valorar cosas de la misma clase o especie.
- **Fotoceldas:** es un elemento electrónico cuya función es encender o apagar luminarias de acuerdo al nivel de Luz.
- **Impuesto de alumbrado público:** Es una contribución que crea cada Concejo municipal para financiar el servicio de alumbrado público.
- **Led:** Componente electrónico que convierte la energía eléctrica en luz.

- **Luminaria de Sodio -Mercurio:** Estas son equipos eléctricos que generan luz partir de la excitación de una corriente eléctrica a una Bombillas de vapor de sodio y/o mercurio de alta presión.
- **Modernización:** Es el proceso realizado para reemplazar luminarias antiguas de tecnología obsoleta por luminarias modernas de última tecnología LED.
- **OP (Operador de Red):** Es la empresa encargada de distribuir y comercializar la energía eléctrica a nivel local.
- **Proceso productivo:** El proceso productivo se puede definir como el conjunto de operaciones y fases realizadas sucesivamente y de manera planificada que son necesarias para la obtención de un bien o servicio.
- **Proveedor:** Es aquella persona natural o jurídica que provee o suministra un determinado bien o servicio a otros, como forma de actividad económica y a cambio de una contra prestación.
- **Recursos:** se llama recursos a aquellos factores que combinados son capaces de generar valor en la producción de bienes y servicios.
- **SALP:** Sistema de Alumbrado Público.
- **SEM:** Sociedad de Economía Mixta.

3. Diseño metodológico

Para desarrollar el siguiente trabajo se aborda el método de investigación analítico ya que se trata de temas concernientes a las áreas financiera, administrativa y técnica de la empresa a analizar y a partir de esto se debe recopilar información proveniente de diferentes áreas para que posteriormente se sometan al análisis con el fin de diagnosticar la eficiencia de los procesos actuales.

Por ende, el enfoque de dicha investigación es de orden cuantitativo debido a la característica de los datos que se estudian y a las variables que se pretenden mejorar. Por último,

se aborta el tipo de estudio descriptivo debido a que primero se observa, recolecta y analiza el comportamiento de algunas variables bajo los procesos llevados a cabo actualmente para después aplicar el plan de mejora basado en la estandarización de los mismos procesos bajo la metodología del PMI y otras existentes en la literatura disponible para la gestión de proyectos.

3.1 Universo

El impacto del proyecto de estandarización para el proceso de modernización de los municipios puede repercutir directamente en 5 departamentos dentro de la empresa compuesto por un total de 50 colaboradores. Esto teniendo en cuenta de que una mayor eficiencia en el proceso madre de la organización, repercute positivamente en todos los procesos de cada uno de los colaboradores.

3.2 Población o muestra

La viabilidad del proyecto como tal la determinaran solo 2 departamentos de los 5 existentes. Ellos son el departamento técnico y el administrativo quienes son los encargados de la planeación para la puesta en marcha del proceso de modernización como también de la ejecución de compras y selección del personal, En total son 9 personas las que hacen parte de estos dos departamentos.

3.3 Delimitación del estudio

Se estudia el caso de la modernización de los SALP de dos municipios uno de sexta y otro que quinta categoría de los departamentos de Caldas y Risaralda en el eje cafetero. los cuales poseen características similares en cuanto limitaciones y tiempos estipulados contractualmente para la modernización de las luminarias en su totalidad.

3.4 Etapas o fases de la investigación

- 1- Para cumplir con la realización del diagnóstico que permita determinar las actividades que se llevan a cabo actualmente para la modernización de alumbrados públicos por parte de la empresa. Se recopilará información acerca de los SALP ya modernizados y además de los dos municipios en cuestión que se pretenden modernizar.
- 2- Lo anterior permitirá identificar los tiempos tardados en cada parte de los procesos de modernización que ya se ejecutaron y por ende la utilidad final que se percibió al terminar dicha labor en aquellos municipios.
- 3- Aplicar las técnicas existentes en la gerencia de proyectos para determinar la secuenciación óptima de los procesos específicos y necesarios para llevar a cabo la ejecución contractual de la modernización de cualquier sistema de alumbrado público. Además de esto, identificar las herramientas óptimas para estandarizar y volver eficientes los procesos identificados como críticos.
- 4- Elaborar una EDT que comprenda todas las actividades necesarias para la modernización de los SALP permitiendo la reducción de tiempos de ejecución en cada parte del proceso identificada como crítica y su vez en el proceso global de modernización.
- 5- Elaborar cuadro comparativo que incluya los tiempos empleados en las actividades críticas del proceso global de modernización de otros municipios y de los que se ejecutan bajo el plan de mejora ya efectuado. Además de esto, que adicione la comparación porcentual de las utilidades percibidas al final de la modernización.

3.5 Variables e indicadores

En el proyecto para la estandarización en la modernización de los sistemas de alumbrado público de dos municipios del territorio nacional. Las dos grandes variables de interés son el

tiempo (tiempo de ejecución de contrato de modernización) y utilidad (utilidad percibida una vez modernizado el SALP del municipio). Al finalizar la aplicación del plan de mejora propuesto estas dos variables se van a comparar con los resultados obtenidos a través del método tradicional. Además de esto, se presentarán resultados en función de la variable tiempo en cada eslabón del proceso propuesto. Los indicadores financieros se calcularán basados en las técnicas de evaluación financiera de proyectos.

3.6 Instrumentos para recolección de información

La recolección de la información para llevar a cabo el presente proyecto será dada en primera instancia por las bases de datos de la misma empresa y posteriormente a través de la documentación en hojas de cálculo de aquellos datos que se obtengan de los SALP de los dos municipios en cuestión.

Una vez se obtengan los resultados producto de la ejecución del plan de mejora se efectuará la exposición de los datos obtenidos en la aplicación del estándar sobre los municipios identificados con el fin de compararlos con los resultados de los demás municipios ya modernizados.

3.7 Procesamiento y análisis de la información

Los datos relevantes producto del diagnóstico realizado inicialmente y adjuntados en hojas de cálculo. Serán la partida inicial para la elaboración del mapa de procesos llevado actualmente por la empresa para la modernización de sistemas de alumbrado público.

A su vez, los cálculos del tiempo estándar para cada actividad dentro del proceso global y las desviaciones identificadas como críticas dentro del mismo. Serán de gran contribución para la elaboración de la EDT que busca la mejora en la modernización de los sistemas de alumbrado público de los dos municipios analizados.

La información suministrada por los departamentos administrativo y contable sobre el tiempo tardado en la modernización de los SALP de los municipios de interés y la utilidad generada por los mismos, aportaran en gran porcentaje a la elaboración del cuadro comparativo sobre las variables e indicadores identificadas.

4.0 Diagnóstico de procesos llevados a cabo actualmente por la empresa para modernizar SALP.

En la actualidad para la modernización de sistemas de alumbrado público (SALP) de cualquier municipio dentro del territorio nacional, la empresa a la cual se hace alusión en el presente trabajo no tiene un orden determinado para llevar a cabo dicha modernización. Es decir, simplemente se van solucionando los requerimientos sobre la marcha para cumplir con la modernización a medida que se va avanzando. A pesar de esto a través de la recolección de datos, entrevistas e investigación dentro de las distintas áreas de la empresa. Se logra obtener información relevante con respecto a los municipios que ya se han modernizado anteriormente. A partir de ello se presenta el siguiente diagnóstico sobre los procesos llevados a cabo actualmente el cual consta de 6 puntos clave para finalmente presentar el mapa de procesos actual con la identificación de falencias en los procesos problemáticos y su incidencia en el incumplimiento temporal de los contratos y la disminución en la percepción de utilidades.

4.1 Identificación de procesos actuales.

De acuerdo a la investigación que se realiza, se logran identificar los siguientes procesos como parte vital para el cumplimiento y puesta en marcha de la modernización de cualquier sistema de alumbrado público municipal operado por la empresa:

Tabla 2. Procesos identificados para la modernización de SALP actuales.

No. De Proceso	Procesos identificados para la Modernización de SALP.
1	Proceso de adjudicación de contrato
2	Proceso de legalización de contrato
3	Firma del acta de inicio del contrato
4	Selección del personal técnico
5	Equipamiento de cuadrilla (uniformes, herramientas de trabajo en alturas y herramienta de mano).
6	Diseños e ingeniería de detalle
7	Aprobación de diseños
8	Selección de proveedores
9	Generación de órdenes de compra
10	Llegada y recepción del planeta
11	Alistamiento de materiales
12	Proceso de modernización (destinación luminarias antiguas e instalación de luminarias con tecnología led)
13	Legalización de formatos y baja de carga ante el operador de red.
14	Certificación RETILAP ante organismo certificador.
15	Entrega a satisfacción del proyecto a interventoría y supervisión.

Fuente. Elaboración Propia a partir de la información de Campo.

Como se puede apreciar en la anterior tabla, actualmente se identifican un total de 15 procesos los cuales se desarrollan sin orden o secuenciación previamente establecidos por la misma empresa, sin encargados definidos previamente y a su misma vez sin unos tiempos promedio para su realización y control de desviaciones.

Del total de los procesos identificados, solamente se evidencian tres en la etapa previa a la ejecución de la modernización del sistema. Es decir, después de la legalización del contrato la empresa no planifica la ejecución del mismo ni tampoco lo realiza durante este espacio de tiempo y prácticamente es desde la finalización de este proceso que comienza a correr el tiempo para cumplir con lo estipulado contractualmente.

Por otra parte, se evidencia que no hay trabajo de campo previo a la firma del contrato y por ende cuando se da el acta de inicio se procede con la delegación de personal de la empresa para la caracterización del sistema de alumbrado público que se deberá modernizar. Para lo anterior, no se cuentan con registros que permitan establecer los tiempos empleados y los momentos en que se procede a realizar dicha caracterización. Es por esto, que no se percibe como un proceso actual ya que desde la empresa no se reconoce como tal.

Como parte del análisis que se realiza a los procesos llevados a cabo actualmente. También, se percibe algo de desorientación sobre la información que se debe suministrar a cada actor o líder en cada procedimiento. Dejando claro así que las actividades se delegan para la puesta en marcha de varias funciones, pero sin la información suficiente para que el rol que ejerce la persona abanderada de cada tarea se dé en condiciones que puedan garantizar la eficiencia y fluidez para la culminación a conformidad de cada procedimiento.

A pesar de las problemáticas identificadas y nombradas anteriormente. La información o gestión documental disponible en la entidad operadora de sistemas de alumbrado público permite establecer los tiempos empleados en cada proceso identificado para lograr la modernización de varios sistemas de alumbrado público que se han operado en años anteriores y algunos que al día de hoy se siguen administrando.

A nivel general se identifica la falta de planificación sobre varios procesos que pueden llegar a ser vitales en la modernización de cualquier sistema de alumbrado público a operar.

4.2 Descripción de procesos identificados.

Con el objetivo de exponer con mayor precisión la naturaleza de cada proceso identificado dentro de la operatividad de la empresa analizada, e ilustrar como se lleva a cabo la modernización de cualquier sistema de alumbrado público, se procede a describir genéricamente cada uno de ellos a continuación. Dando así una orientación básica sobre lo que

representa cada proceso en la actualidad y también en ocasiones infiriendo desde ya sobre algunas problemáticas que saltan a la vista en la sola descripción del mismo proceso:

- **Proceso de adjudicación del contrato:** En esta parte del mapa de procesos, la empresa se hace partícipe de licitación pública ante la generación de la oferta pública de cualquier administración municipal que pretenda la administración y renovación de su sistema de alumbrado público. Allí se obtiene el conocimiento de las condiciones contractuales y se declara adjudicado el contrato una vez termine dicho proceso de licitación y salga como beneficiada la empresa.

- **Proceso de legalización del contrato:** Una vez se adjudique el contrato a la empresa a través de la licitación pública, se deberá proceder con la legalización del mismo por medio de ciertas variables incluidas dentro del mismo contrato. En ocasiones dichas variables constan de documentación legal como requisito para la empresa y por otra parte en la mayoría de casos se requiere el pago o actualización de ciertas pólizas o seguros que garantizan a la entidad contratante desde un principio que las inversiones realizadas a través de los montos acordados en el contrato cuentan con cierta seguridad legal ante el incumplimiento del operador.

- **Firma de acta de inicio del contrato:** Una vez se cuenta con el cumplimiento de todos los requisitos para la legalización del contrato ya adjudicado a la empresa, se procede a firmar el acta de inicio del mismo que siempre consta de los tiempos exigidos para la ejecución de la modernización del sistema de alumbrado público que se pretende operar. A partir de la finalización de este proceso inicia el conteo inmediatamente de los días establecidos para cumplir con el objeto del contrato.

- **Selección del personal técnico:** Después de la firma del inicio del contrato se procede a seleccionar el personal técnico que va operar en la renovación del sistema de alumbrado público del municipio con el que se contrató. Este proceso no se tiene definido bajo unos tiempos o parámetros estándar. En ocasiones, puede dilatarse mucho debido a todo lo que implica realizar convocatorias y seleccionar las personas idóneas con respecto a las necesidades del proyecto que se va ejecutar. A su vez, no se cuenta aún con un estándar claro que permita agilizar el proceso de selección y determinar más fácilmente la persona que se adapta a los requerimientos y formas de operar en la empresa.

- **Equipamiento de cuadrilla (Uniformes y herramientas):** Aunque nunca ha sido este un proceso problemático para cualquier inicio de operaciones de cuadrilla en campo en algún municipio específico. Se identifican posibles mejoras dentro del mismo. Ya que por lo regular cuando se conforman los equipos de trabajo, la empresa cuenta con anterioridad con los uniformes y las herramientas a suministrar a cada integrante del equipo. Lo anterior sabiendo que se ejecutan compras antes de la selección del personal y simplemente se les brinda la dotación a partir de su vinculación a la empresa. A pesar de esto, se incurre en sobre costos debido a que permanecen sin rotación dichos uniformes y herramientas durante cierto tiempo y además en la mayoría de las veces no se logran entregar todas las cantidades debido a que las cuadrillas no superan el número de existencias. Es decir, permanecen sin utilizarse durante tiempos considerables y sabiendo que la empresa asumió un costo por la compra de los mismos.

- **Diseños e ingeniería de detalle:** En este proceso se integran varios perfiles del talento humano disponible en la empresa. Los cuales se encargan de realizar los estudios pertinentes sobre las características y aspectos generales que van identificando en el sistema de alumbrado público a renovar y a partir de ello se van generando los diseños requeridos para que las

cuadrillas y equipos de trabajo entren en operación cuanto antes. Este proceso no tiene definido un tiempo de inicio y terminación de acuerdo a la complejidad del sistema de alumbrado público. Prácticamente está sujeto a la eficiencia de los profesionales que lo ejecutan y en los casos donde se identifique alguna demora en el mismo. Simplemente se procede a delegar más personal de apoyo para cumplir más rápidamente con ello.

- **Aprobación de diseños:** En esta parte del mapa de procesos actual prácticamente no se incurre en mayor dilatación temporal. Esto debido a que en la mayoría de las ocasiones los planos y diseños son requeridos inmediatamente ya que el personal técnico ha sido contratado y vinculado a la empresa. Por lo tanto, se encuentra a la espera de directrices para iniciar sus operaciones en el municipio en el cual tendrán que laborar. La aprobación de los diseños se da de manera muy rápida y esto repercute directamente en situaciones en las que se identifican errores de diseño ya sobre la marcha de la modernización y prácticamente se deben tomar decisiones sobre cambios en los mismos mientras el equipo técnico está ejecutando las actividades dentro del sistema de alumbrado público.

- **Selección de proveedores:** En el mapa de procesos actual, la selección de proveedores se da de manera paralela a la selección del personal técnico. Es decir, después de la firma del acta de inicio del contrato se procede a la búsqueda de proveedores que puedan suministrar los insumos requeridos para llevar a cabo la modernización del sistema de alumbrado público que se pretende renovar. Si bien es un proceso sobre el cual ya se tiene conocimiento debido a la experiencia con varios proveedores que ofertan sus insumos en el mercado, se identifica la no presencia de estándares definidos que evidencien parámetros a tener en cuenta para seleccionar un proveedor por encima de los demás ofertantes en el mercado. La empresa en muchas ocasiones se limita a fijarse en la variable precio que si bien se identifica como importante. No puede ser totalmente determinante en la calidad de los procesos a llevar a cabo. En muchas

ocasiones, este proceso se dilata por múltiples factores y hace que las obras de modernización se lleven a un flujo de menor ritmo por la no disposición de insumos y materiales.

- **Generación de órdenes de compra:** Dentro del mapa de procesos identificado actualmente, se identifica este proceso como uno de los más rápidos ya que consta de un requerimiento por parte del director técnico del proyecto para que se proceda por parte del personal encargado de las compras con la generación de las órdenes de compra hacia los proveedores ya seleccionados para el abastecimiento del proyecto. En ocasiones, aunque la generación de la orden de compra no presenta ningún tipo de dilatación temporal, los tiempos entre la realización de esta actividad y la llegada de los materiales a su destino si son muy variables debido a los inconvenientes que se le presentan a cada proveedor. Generando esto un atraso o un flujo con menor volumen en la modernización del sistema de alumbrado público.

- **Llegada y recepción de materiales:** A partir de la generación de órdenes de compra, el personal técnico se delega para la espera de la llegada de los materiales a ser entregados por parte del proveedor en el sitio o municipio en el cual se van a utilizar. Una vez llegan los materiales se procede a hacer la revisión de los mismos constatando que hayan llegado completos con respecto a la orden de compra y remisión. Por otra parte, se cercioran del cumplimiento de estándares de calidad de los mismos según las características de cada insumo. En términos generales, este proceso no presenta mayor problema ni dilatación temporal. Se da de manera eficiente y en su mayoría se cumple a cabalidad con la revisión de cantidades y estándares de calidad.

- **Alistamiento de materiales:** Una vez están a disposición los materiales e insumos que entrega cada proveedor, se procede al alistamiento de los mismos por parte del personal

técnico. Dicho proceso consta de la verificación de cantidades a utilizar por día según lo que se pretenda ejecutar. A su vez se trata de verificar las condiciones de calidad que tienen estos para que en el momento de su utilización no se presenten mayores inconvenientes en la instalación y manipulación de cada insumo. A nivel general este es un proceso que no representa grandes problemáticas y se trata de delegar personal técnico muy minucioso en la verificación del estado de los materiales que se van a utilizar en el día a día.

- **Proceso de modernización (instalación de nuevas luminarias):** Una vez se lleva a cabo el proceso de alistamiento de los materiales. Se procede a iniciar el proceso de renovación de luminarias siguiendo estrictamente los diseños e ingeniería de detalle suministrados por la empresa para la ejecución e instalación de las nuevas bombillas. A pesar de que este proceso presenta bastante dilatación en el tiempo. Esto no se debe en su gran mayoría a la incapacidad del personal técnico que opera en el sistema de alumbrado público. En ocasiones se debe a la no disposición de materiales e insumos, factores climáticos que no permiten operar y también a algunos errores en el entendimiento de los planos y diseños suministrados por la empresa. A nivel general este proceso es el que más tiempo requiere para su ejecución y finalización y presenta múltiples problemáticas de todo tipo lo cual generan como consecuencia el atraso en la modernización del sistema de alumbrado público.

- **Legalización de formatos y baja de carga ante operador de red (KW):** A partir del reemplazo de luminarias convencionales por luminarias de tecnología LED en el sistema de alumbrado público del municipio que se pretende renovar. Se procede por parte de la empresa a la verificación de consumos y ahorros en el mismo a nivel general en todo el municipio. Esto con el fin de presentar los formatos técnicos establecidos para legalizar las bajas de carga Instaladas (KW) con el operador de red que se encargara de corroborar la veracidad de dichos

formatos para dar por finalizado el proceso de legalización. A nivel general, este proceso no presenta mayores contratiempos debido a que ya se cuenta con la experiencia para presentar de manera correcta los formatos que sirven para poder legalizar las bajas en el consumo de energía por concepto de alumbrado público. Por ende, no hay mayores inconvenientes para dar por cumplida esta parte del mapa de procesos actual.

- **Certificación RETILAP ante organismo certificador:** Una vez se tiene renovado gran parte del sistema de alumbrado público municipal se inician las gestiones para que el organismo certificador de la norma RETILAP realice la visita al municipio con el fin de verificar el cumplimiento de todos los requisitos exigidos para la certificación y a partir de allí iniciar con dicho proceso en el cual se debe contar con toda la documentación ordenada con el fin de que no se generen contratiempos y el sistema de alumbrado público ya renovado pueda contar a su misma vez con la certificación.

- **Entrega a satisfacción al supervisor:** Como proceso final después de alcanzar la certificación del proyecto en cuanto a la normativa RETILAP se refiere. El paso a seguir es realizar la entrega al supervisor designado por parte del ente contratante para que finalmente verifique el cumplimiento de todas las obligaciones contractuales adquiridas por la empresa al inicio del proceso en la firma del acta de inicio del contrato. Esta parte del mapa de procesos actual no representa mayores inconvenientes y en ocasiones es muy poco el tiempo de demora y las posibles modificaciones sugeridas por el supervisor quien posteriormente procede a dar su visto bueno para dar por finalizada la ejecución del contrato.

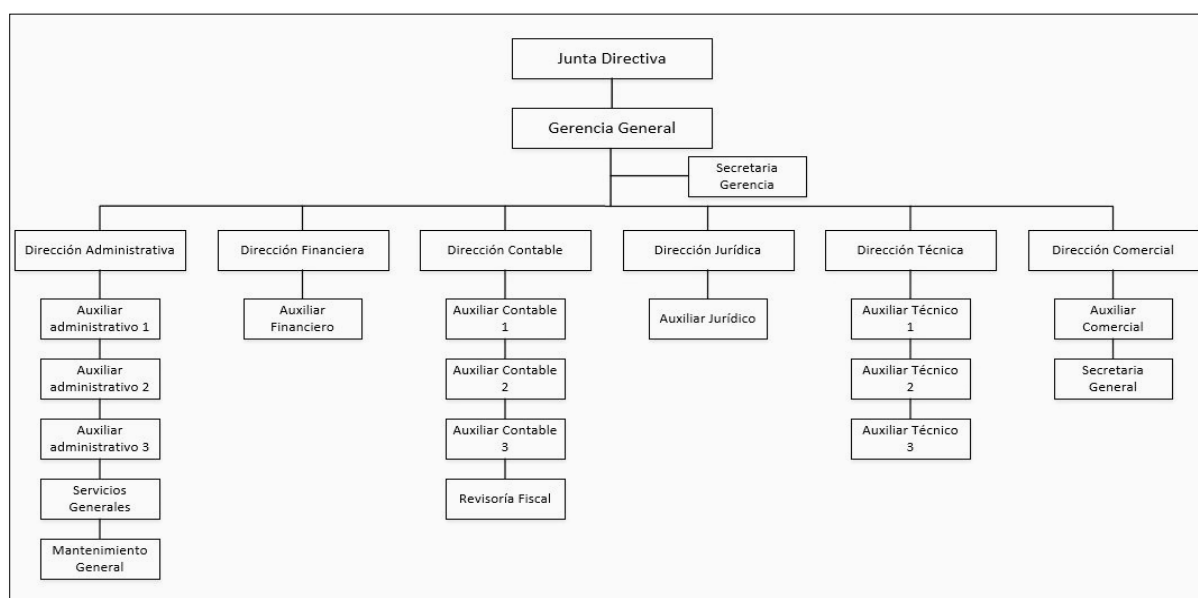
4.3 Talento humano.

Como parte importante del diagnóstico sobre el mapa actual de procesos. Se identifica como proceso primordial la descripción del talento humano o plantilla disponible en la empresa para

llevar a cabo todas las operaciones y procedimientos necesarios para el cumplimiento en cada uno de los proyectos resultantes de los ejercicios licitatorios en los cuales se participa. Además de orientar acerca de cómo se utiliza el personal disponible en la actualidad.

También se generan nociones con miras hacia la administración del mismo personal bajo los posibles nuevos procesos que pretenden estandarizar las operaciones para modernizar los SALP de cualquier municipio. A continuación, se presenta de manera general el organigrama actual de la empresa especificando el personal de planta y sin tener en cuenta el personal técnico a seleccionar y contratar para operar en la modernización de cualquier sistema de alumbrado municipal:

Ilustración 5: Organigrama actual de la empresa



Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento de información.

En la actualidad la empresa cuenta con un total de 24 personas como personal de planta que puede participar en cualquiera de los 15 procesos previamente identificados y descritos. Lo anterior sin desconocer que, al momento de la adjudicación y firma de nuevos contratos, la

empresa procede con la selección y contratación de más personal que cuenta como provisional hasta la finalización en la ejecución del contrato.

Tabla 3. Listado talento humano de la organización.

Talento Humano		
Cargo	Dependencia	Numero personas
Junta Directiva		
Gerencia General	Junta Directiva	1
Secretaria de Gerencia	Gerencia General	1
Director	Gerencia General	1
Administrativo		
Auxiliar	Director	3
Administrativo	Administrativo	
Servicios Generales	Director	1
	Administrativo	
Mantenimiento	Director	1
General	Administrativo	
Director Financiero	Gerencia General	1
Auxiliar Financiero	Director Financiero	1
Director Contable	Gerencia General	1
Auxiliar Contable	Director Contable	3
Revisor Fiscal	Director Contable	1
Director Jurídico	Gerencia General	1
Auxiliar Jurídico	Director Jurídico	1
Director Técnico	Gerencia General	1
Auxiliar Técnico	Director Técnico	3
Director Comercial	Gerencia General	1
Analista Comercial	Director Comercial	1
Secretaria General	Director Comercial	1
Total		24

Fuente. Elaboración propia a partir de levantamiento de información.

Como se puede apreciar en las anteriores ilustraciones y tablas. La empresa está dirigida por una gerencia general que a su vez se desglosa en un total de 6 direcciones que comprenden tanto lo administrativo, financiero, jurídico y técnico. A partir de las 6 direcciones se desprenden los diferentes cargos que en su mayoría son denominados como auxiliares y que cumplen con las funciones establecidas por cada uno de los directores.

4.4 Documentación y datos de modernizaciones anteriores.

A lo largo de los últimos años la organización o empresa descrita en el presente trabajo se ha dedicado a la ejecución de distintos contratos y proyectos de modernización de sistemas de alumbrado público en varios municipios del territorio nacional, esto bajo la aplicación de los procesos descritos anteriormente, pero sin una secuencia lógica que permita evidenciar parámetros establecidos para la operación de las distintas obligaciones contractuales. A continuación, se especifican algunos datos relevantes que posteriormente son sometidos al análisis con el fin de valorar e identificar qué tipo de problemáticas se han presentado a lo largo de los distintos ejercicios operativos, administrativos y financieros que se han puesto en marcha para intentar cumplir con cada una de las modernizaciones. Además, se analizan que problemáticas han persistido en varios municipios donde la empresa ya ha modernizado con el fin de determinar las más relevantes de ellas y las que más repercuten en los tiempos de ejecución contractual o percepción de utilidad final.

Tabla 4. Datos Generales, Numero de Luminarias, categorías y tiempo por municipios.

Ítem	Descripción del proyecto	Categoría de los municipios	Numero de luminarias (modernizadas)	Plazo (contractual) días	Fecha de inicio	Fecha de terminación (contractual)
1	Municipio 1	6	834	120	3/04/2018	1/08/2018
2	Municipio 2	6	769	180	1/09/2019	28/02/2020
3	Municipio 3	6	2984	180	1/12/2019	29/05/2020
4	Municipio 4	5	2725	180	15/12/2019	12/06/2020
5	Municipio 5	1	80	60	1/04/2017	31/05/2017
6	Municipio 6	1	841	149	4/08/2019	31/12/2019
7	Municipio 7	6	923	180	1/06/2018	28/11/2018
8	Municipio 8	1	125	90	15/01/2021	15/04/2021
9	Municipio 9	5	800	120	20/11/2020	20/03/2021

Fuente. Elaboración propia a partir de levantamiento de información.

De la anterior tabla se logra percibir la descripción de 9 municipios con distintas características entre sí, pero con la particularidad de que se debieron modernizar al 100% en sus luminarias. Reemplazando así las bombillas tradicionales por las de tecnología LED.

Además de lo anterior, se presenta de manera general el plazo contractual en días para llevar a cabo el proceso de modernización en cada uno de los 9 municipios. Esto permite comparar cada municipio entre si y aunque no posean exactamente las mismas características. Hay ciertos parámetros como el número de luminarias a modernizar que permiten compararlos entre sí y sacar varias conclusiones. No siendo suficiente con lo anterior, a través de la recolección de datos se sustrae información más precisa acerca de los mismos municipios a modernizar la cual se presenta a continuación:

Tabla 5. Rendimiento de proyectos por utilidad percibida.

Municipio	Tiempo modernización (días)	Diferencia - Tiempo contractual	Utilidad proyectada	Utilidad Percibida	Diferencia Utilidad	Rendimiento del proyecto
Municipio 1	150	30	\$ 5.000.000,00	\$ 41.580.000,00	\$ 13.420.000,00	76%
Municipio 2	240	60	\$ 68.812.532,85	\$ 41.012.269,58	\$ 27.800.263,27	60%
Municipio 3	270	90			\$103.264.094,81	64%
			\$286.844.707,80	\$183.580.612,99		
Municipio 4	330	150	\$266.333.947,25	\$130.823.234,89	\$135.510.712,36	49%
Municipio 5	60	0	\$ 8.791.182,50	\$ 8.791.182,50	\$ -	100%
Municipio 6	149	0	\$112.500.000,00	\$112.500.000,00	\$ -	100%
Municipio 7	270	90	\$ 66.312.520,00	\$ 32.608.518,58	\$ 33.704.001,42	49%
Municipio 8	90	0	\$ 39.912.811,50	\$ 41.988.277,70	-\$ 2.075.466,20	105%
Municipio 9	165	45	\$ 62.628.000,00	\$ 29.435.160,00	\$ 33.192.840,00	47%
	Totales		\$967.135.701,90	\$622.319.256,24	\$344.816.445,66	72%

Fuente. Elaboración propia a partir de levantamiento de información.

A través de la anterior tabla se logran desprender varios análisis acerca del desempeño de la empresa referente hacia la modernización de los nueve municipios analizados. La información allí suministrada indica como dato más relevante que la organización está bajo una eficiencia global del 72% basándose en la comparación entre las utilidades esperadas o proyectadas para cada proyecto y las que finalmente se percibieron al finalizar el ejercicio. Para los 9 distintos contratos la diferencia entre lo esperado y lo percibido es de exactamente trescientos cuarenta y cuatro millones ochocientos dieciséis mil cuatrocientos cuarenta y cinco pesos colombianos. Lo cual es una cifra bastante considerable teniendo en cuenta que dichos proyectos se han ejecutado en distintos periodos o años.

Por otra parte, analizando la variable tiempo. Obtenemos que para los nueve municipios o modernizaciones que se ejecutaron anteriormente. Solamente 3 de ellas cumplieron con lo pactado contractualmente. Curiosamente 2 de ellas son las de menor cantidad de luminarias modernizadas. Es decir, que hay problemáticas que repercuten directamente en atrasos sobre

los tiempos de ejecución de las modernizaciones en los sistemas de alumbrado público y que dado esto no se logran percibir las utilidades proyectadas desde un principio anterior a la firma o acta de inicio del contrato. Por lo anterior, también se concluye que solo el 33% de los proyectos de modernización de SALP son culminados en los tiempos previstos y que todo esto depende mucho el volumen o la cantidad de luminarias a renovar.

De acuerdo con la información analizada hasta el momento. Se puede inferir que la ineficiencia en la ejecución de contratos para la modernización de sistemas de alumbrado público por parte de la empresa sobre la cual se lleva a cabo la presente investigación. Está dada por falta de definición clara en los procesos que se deben ejecutar y a su misma vez por la no estandarización en el orden lógico de los mismos para operar en cada proyecto por distinto que sea.

4.5 Tiempos de ejecución de procesos identificados para modernizaciones de SALP.

Con el fin de diagnosticar más precisamente los procesos que se llevan a cabo en la actualidad para modernizar cualquier tipo de sistema de alumbrado público, producto de la adjudicación de un contrato con cualquier municipio del territorio nacional. Se da la investigación acerca de los tiempos tardados en cada uno de los 15 procesos previamente identificados y con base en la información de los 9 municipios anteriormente expuestos. Dicha sustracción de datos nos permitirá posteriormente abordar aquellos procedimientos que presentan mayor dificultad e ineficiencia en cuanto a la variable tiempo de ejecución se refiere. Lo anterior sin desconocer que existen otro tipo de variables como por ejemplo el análisis de la comunicación y sus canales asertivos para ponerla en práctica, que también pueden tener cierta influencia sobre el buen andar en la ejecución de cada contrato o las falencias que se puedan percibir dentro de los mismos.

Cabe aclarar que los tiempos generados para llevar a cabo los primeros tres procesos no cuentan para medir la eficiencia de las operaciones ejecutadas por la empresa. Ya que en ellos no se depende netamente de la organización, sino que entran en juego varios actores externos que pueden acelerar o dilatar dichos procedimientos. Sin embargo, se plasman en este documento los tiempos tardados en finiquitar cada uno de ellos para cada municipio identificado.

A continuación, se presentan datos sobre los tiempos en días. Generados en el ejercicio de cada proceso por municipio y su relación con otro tipo de variables a tener en cuenta para que finalmente repercuta en el indicador de utilidad percibida al finalizar cada contrato:

Tabla 6. Relación de tiempos por procesos consumido por la empresa en cada proceso.

Tiempo consumido por procesos									
Procesos	Municipi	Municipi	Municipi	Municipi	Municipi	Municipi	Municipi	Municipi	Municipi
Moderniza	o 1	o 2	o 3	o 4	o 5	o 6	o 7	o 8	o 9
ción SALP	Tie	Tie	Tie	Tie	Tie	Tie	Tie	Tie	Tie
	mpo	mpo	mpo	mpo	mpo	mpo	mpo	mpo	mpo
	(días)	(días)	(días)	(días)	(días)	(días)	(días)	(días)	(días)
Proceso de adjudicación de contrato									
Proceso de legalización de contrato									
Firma de acta de inicio del contrato									
Selección del personal técnico	8	5	15	20	1	8	15	8	10
Equipamiento de cuadrilla	13	15	3	3	8	5	5	8	6

Diseños e ingeniería de detalle	13	20	38	38	10	12	30	10	30
Aprobación de diseños	2	2	6	6	2	5	10	1	10
Selección de proveedores	9	20	6	6	3	6	10	3	6
Generación de órdenes de compra	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Llegada y recepción de materiales	5	4	30	30	5	15	23	5	15
Alistamiento de materiales	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Proceso de modernización	62	125	135	190	25	51	150	42	63
Legalización de formatos y baja de carga ante operador	20	15	15	15	0	30	9	3	3
Certificación RETILAP ante organismo certificador	15	15	15	15	3	10	15	8	15
Entrega a satisfacción al supervisor	2	20	6	5	1	4	2	1	6

Fuente. Elaboración propia a partir de levantamiento de información.

Como se puede apreciar en la anterior tabla 6, a partir de la firma del acta de inicio de contrato comienza a correr el tiempo de ejecución contractual como se evidencia en los siguientes 12 procesos. A nivel general el proceso de modernización como era de esperarse es el que más tiempo lleva por todo lo que representa el cambio de las luminarias de cada municipio. Pero a pesar de esto se perciben unos desfases en dicho proceso, sustentado esto en el tiempo de llegada de los materiales como por ejemplo en los municipios 3 y 4 en los cuales el tiempo de llegada de insumos se eleva hasta los 30 días después de la generación de órdenes de compra. Es decir, las cuadrillas o personal técnico esperan todos estos días para poder iniciar operaciones. Sin contar con que pasados los 30 días a pesar de la llegada de algunos insumos no se logra por parte de los proveedores la entrega completa de los mismos.

Los municipios 6 y 7 presentan igual problemática en la llegada de materiales. Siendo esto una problemática repetitiva ya que, si bien llegan en unos tiempos desfasados, de todas maneras, no llegan de manera completa. Obligando esto a iniciar el proceso de modernización sin la certeza de que a mitad de dicho procedimiento vayan a estar disponibles el resto de luminarias faltantes por el no cumplimiento del proveedor.

Si bien los desfases se hacen notorios en los procesos de modernización por cada municipio, se analizan las problemáticas más allá de este parte del mapa de procesos actual. Dichos retrasos en el proceso de modernización están dados por la demora en la llegada de los materiales o insumos. Esto apunta a un incumplimiento por parte de los proveedores seleccionados.

A su vez, la ineficiencia de los proveedores seleccionados hace alusión al mal proceso o criterios utilizados para la escogencia de dichas empresas encargadas de suministrar los insumos. Por ende, el incumplimiento de los mismos una vez generadas las órdenes de compra. Por su parte, el proceso de selección del personal técnico si bien no se percibe como un procedimiento problemático o con dilatación temporal extensa, también representa gran

importancia al momento de ejecutar la modernización como tal. Sustentándose esto en la ineficiencia de dicho personal para instalar las nuevas luminarias en los tiempos establecidos previamente para la culminación de dicho proceso. Esto a su vez permite inferir que realmente dentro del mapa de procesos actual, la selección del personal técnico es de vital importancia con miras hacia la eficiencia en la modernización o sustitución de luminarias de cualquier sistema de alumbrado público. Sin embargo, la ubicación de dicho proceso no se percibe con buena sincronía ya que hace parte de los procesos que consumen tiempo después de la firma del acta de inicio del contrato y prácticamente se tiene que dar de manera muy rápida la escogencia del personal técnico que va operar en el municipio en cuestión. Es decir, en muchas ocasiones dicha premura por cumplir con este proceso. Puede repercutir en algo no tan sólido y sin garantías de personal idóneo.

4.6 Relación de costos asumidos para modernizaciones anteriores.

Dado lo anteriormente analizado. Como parte final del diagnóstico de los procesos llevados a cabo actualmente para la modernización de sistemas de alumbrado público por parte de la empresa bajo análisis. Se presentan los costos asumidos para cada proyecto o municipio que ya se ha modernizado anteriormente. Esto en cuanto a las variables de mano de obra e insumos utilizados para la modernización del sistema.

Lo anterior con el fin de analizar la influencia de la dilatación temporal de cada proceso identificado sobre el costo final del proyecto y cómo repercute esto directamente en la minimización de la percepción de utilidades basándose en unas proyecciones previamente estipuladas para cada municipio a modernizar. También con la premisa de cruzar esta información con los análisis efectuados en los anteriores puntos y de esta manera percibir que procesos definitivamente son los más problemáticos. Finalmente, se presentará el mapa de procesos actual y se concluirá sobre todos los datos analizados en cada uno de los puntos

abordados en el diagnóstico de los procesos actuales para posteriormente proponer alternativas de solución de cara a la modernización de los dos municipios de quinta y sexta categoría que se abordan en el presente trabajo. Teniendo en cuenta esto se presenta lo siguiente:

Tabla 7. Relación de costos por mano de obra

Relación de costos de mano de obra				
Municipios	Costo en mano de obra inicial	Costo en mano de obra final	Diferencia	
Municipio 1	\$ 30.858.000,00	\$ 38.572.500,00	-\$	7.714.500,00
Municipio 2	\$ 34.105.150,00	\$ 45.473.533,33	-\$	11.368.383,33
Municipio 3	\$ 132.340.400,00	\$ 198.510.600,00	-\$	66.170.200,00
Municipio 4	\$ 120.853.750,00	\$ 221.565.208,33	-\$	100.711.458,33
Municipio 5	\$ 2.960.000,00	\$ 2.960.000,00	\$	-
Municipio 6	\$ 37.298.350,00	\$ 37.298.350,00	\$	-
Municipio 7	\$ 35.074.000,00	\$ 52.611.000,00	-\$	17.537.000,00
Municipio 8	\$ 6.775.000,00	\$ 6.775.000,00	\$	-
Municipio 9	\$ 43.360.000,00	\$ 59.620.000,00	-\$	16.260.000,00

Fuente. Elaboración propia a partir de levantamiento de información.

Como se puede apreciar en la anterior tabla donde se relacionan los costos de mano de obra previstos o presupuestados vs los costos asumidos al finalizar el ejercicio. En ninguno de los 9 municipios analizados se logra un saldo positivo o un ahorro en cuanto a los pagos de mano de obra generados durante todo el periodo de modernización del sistema de alumbrado público. Además de esto, en el municipio 4 se incrementa casi en un 50% dichos costos. Siendo esto muy llamativo ya que al final del ejercicio esta variable repercute directamente en las utilidades percibidas.

Por otra parte, son solo 3 de los 9 municipios los que logran ejecutar el contrato bajo los mismos costos que se presupuestaron desde un principio. Siendo esto una cifra muy baja ya

que la finalidad al inicio de los procesos de modernización es cumplir con la ejecución presupuestal prevista para lograr percibir las utilidades que pretende la organización.

De lo anterior se llega a la conclusión de que el alza en los costos de mano de obra asumidos tras la ejecución del contrato de modernización por municipio se da mayoritariamente por que las cuadrillas o equipos de trabajo técnico se les debe cancelar más tiempo de nómina debido a que el proceso de modernización se extiende con respecto a los días previstos como se analizó anteriormente por cada municipio.

No siendo suficiente con el análisis de los costos asumidos por mano de obra. Se recopila información acerca de los costos generados por la compra de insumos y materiales necesarios para la modernización de cada uno de los municipios. Haciendo referencia esto a la importancia del proceso de selección de proveedores como parte previa a la ejecución de las compras. A continuación, se relaciona la tabla de costos de insumos para cada municipio:

Tabla 8. Relación de costos de insumos por municipio

Relación de costos de insumos por municipio.				
Municipios	Costos de insumos inicial	Costos de insumos final	Diferencia	
Municipio 1	\$ 873.362.445,4	\$ 890.697.500,0	-\$	17.335.054,59
Municipio 2	\$ 1.076.228.013,8	\$ 1.102.707.076,4	-\$	26.479.062,64
Municipio 3	\$ 4.554.807.115,2	\$ 4.661.455.977,5	-\$	106.648.862,36
Municipio 4	\$ 4.061.805.762,7	\$ 4.274.659.853,4	-\$	212.854.090,64
Municipio 5	\$ 132.283.560,4	\$ 132.282.681,3	\$	879,12
Municipio 6	\$ 1.752.525.000,0	\$ 1.752.750.000,0	-\$	225.000,00
Municipio 7	\$ 1.037.843.988,0	\$ 1.061.331.882,6	-\$	23.487.894,58
Municipio 8	\$ 610.346.713,5	\$ 606.874.298,9	\$	3.472.414,60
Municipio 9	\$ 980.203.353,6	\$ 996.085.814,4	-\$	15.882.460,80

Fuente. Elaboración propia a partir de levantamiento de información.

De la anterior relación de costos por municipio se percibe que solo 2 de ellos logran un pequeño ahorro en cuanto a lo previsto como presupuesto para la compra de los insumos necesarios para ejecutar la modernización de cada uno de los sistemas de alumbrado público. Los 7 municipios restantes presentan desvíos considerables y a su vez preocupantes sobre lo establecido presupuestalmente desde un principio.

Como se infirió anteriormente el proceso de selección de proveedores juega un papel demasiado determinante en la variable de costos de insumos ya que si no se eligen y se llegan a acuerdos comerciales oportunamente con los proveedores para abastecer de insumos los municipios a modernizar, difícilmente se van a encontrar precios favorables ante la urgencia en la necesidad de contar con cada uno de los insumos para poder lograr una modernización más oportuna en cuanto al tiempo se refiere y de esta manera percibir los ahorros que se van generando una vez entren en operación las nuevas luminarias. Por el contrario, la empresa se verá enfrentada a proveedores que cobran un precio más alto por suministrar insumos en tan poco tiempo.

4.7 Diagrama o mapa de procesos actual

Del mapa o diagrama de procesos actual se puede inferir que existen procesos que no deberían consumir tiempo una vez se firme el acta de inicio de cualquier contrato, ya que representan gran importancia para que el proceso de modernización como tal se dé en las condiciones plenas de eficiencia y no represente mayor dilatación temporal.

A pesar de que la mayor identificación de ineficiencia o falencias según la variable tiempo analizada anteriormente se percibe en el proceso de modernización, son otros procesos los que repercuten directamente en ello. Procedimientos como la selección de proveedores y personal técnico se dan de manera muy rápida y es precisamente en el proceso de modernización donde se reflejan los resultados de ejecutar estos dos procesos tan rápidamente. Ya que se presentan

problemáticas por incumplimiento de proveedores y también por el mal proceder del personal técnico.

A través del mapa de procesos actual diseñado a partir de la identificación y visualización de procedimientos en cada una de las áreas que interactúan de principio a fin en el proceso de modernización de sistema de alumbrado público de cualquier municipio. Se infiere que algunas actividades a pesar de estar bien definidas y tener una ruta de ejecución clara. No se encuentran en un momento propicio dentro de la cadena de valor de la empresa. Es decir, se realizan en fases temporales dentro de las cuales ya deberían estar garantizadas o finiquitadas y prácticamente por estar inmersas dentro de las mismas, se identifica que en ocasiones solo se ejecutan de manera muy rápida para cumplir oportunamente con los requerimientos esenciales de la dirección técnica.

Teniendo en cuenta lo anterior, cobra relevancia la realización y diseño del mapa de procesos actual tomando como base cada 6 puntos abordados anteriormente en el presente diagnóstico. A partir de esto, se cuenta con la información y argumentos suficientes para proceder con los demás objetivos con miras hacia la estandarización de los procesos de modernización de sistemas de alumbrado público en la empresa en cuestión.

5.0 Identificación y categorización de los procesos más deficientes.

A partir de la exposición del mapa de procesos actual ante las distintas direcciones y a su vez la propia gerencia de la empresa. Se identifica la necesidad de indagar acerca de que procesos son los que más están repercutiendo en el incumplimiento sobre los tiempos pactados en las actas de inicio contractual por municipio y a su vez la disminución de los márgenes de utilidad de cada proyecto operado.

Teniendo en cuenta esto se proponen varias metodologías ante el grupo de trabajo las cuales son basadas en la cuantificación de los procesos vs su eficiencia percibida. A partir de ello se llega a un consenso en el cual optan por utilizar la metodología de juicio de expertos para

calificar cuantitativamente y de manera objetiva cada uno de los procesos previamente identificado durante esta investigación.

La propuesta de juicio de expertos es elegida básicamente teniendo en cuenta que todos los integrantes del equipo encargado de calificar dichos procesos. Ya cuenta con más de 3 años de experiencia dentro de la empresa. Es por esto, que se decantan por tomar la metodología anteriormente nombrada por sobre otras que se percibieron un poco más complejas para su puesta en marcha.

Cabe anotar que la elección de dicha metodología se da basándose en la simplicidad de la misma, pero teniendo en cuenta que, si no se llega a un resultado certero a partir de la realización la misma, Se deberá optar por alguna de las demás opciones más complejas para llevar a cabo.

Tomando como base las argumentaciones anteriormente descritas, se procede a realizar el juicio de expertos explicando previamente a los mismos la finalidad de dicho proceso. A su vez, por parte de la gerencia se recomienda la definición de pesos específicos sobre las calificaciones a los procesos teniendo en cuenta los distintos cargos calificadores.

También, se hace claridad sobre la importancia de calificar imparcialmente cada proceso identificado. Para esto en primera instancia se realizan dichos procedimientos de manera individual con el fin de que la interacción u opiniones entre los expertos no sesguen la calificación otorgada por cada uno de ellos. Por último, se explica que las puntuaciones sobre los procesos van de “0” a “5”. Donde “0” denota un proceso totalmente mal calificado y “5” uno con calificación excelente por parte del experto calificador.

A continuación, se presentan los resultados producto del ejercicio de la metodología “juicio de expertos” implementada bajo las condiciones explicada anteriormente para la calificación de los procesos:

Tabla 9. Juicio de expertos de acuerdo a los procesos identificados

Procesos Identificados	Juicio de Expertos- Evaluación de Procesos										Total, Calificación expertos
	Gerente General		Director Administrativo		Director Financiero		Director Jurídico		Director Técnico		
Relevancia de calificación por cargo	35 %	Calificación x peso	10 %	Calificación x peso	20 %	Calificación x peso	10 %	Calificación x peso	25 %	Calificación x peso	
Proceso de adjudicación de contrato	4	1,400	4	0,4	4	0,8	5	0,5	5	1,25	4,35
Proceso de legalización de contrato	4	1,400	3,5	0,35	3,5	0,7	4,5	0,45	4	1	3,90
Firma del acta de inicio del contrato	3	1,050	4	0,4	4	0,8	4	0,4	4	1	3,65
Selección del personal técnico	3	1,050	3,5	0,35	3,2	0,64	3,1	0,31	2,5	0,625	2,975
Equipamiento de cuadrilla (uniformes, herramientas de trabajo en alturas y herramienta de mano).	4	1,400	3,5	0,35	4	0,8	3	0,3	4,2	1,05	3,90
Diseños e ingeniería de detalle	3	1,050	4	0,4	3,8	0,76	3,7	0,37	4	1	3,58
Aprobación de diseños	4,5	1,575	4,5	0,45	4,5	0,9	3,5	0,35	4	1	4,28
Selección de proveedores	3	1,050	3	0,3	2	0,4	3,5	0,35	2,8	0,7	2,80
Generación de órdenes de compra	5	1,750	4	0,4	4,5	0,9	4	0,4	4,2	1,05	4,50
Llegada y recepción del planeta	3,5	1,225	3,5	0,35	3,5	0,7	3,8	0,38	4,5	1,125	3,78
Alistamiento de materiales	3	1,050	4	0,4	4	0,8	4,5	0,45	4,2	1,05	3,75

Proceso de modernización	4,2	1,470	3,5	0,35	3,5	0,7	3	0,3	3	0,75	3,57
Legalización de formatos y baja de carga ante el operador de red.	4,5	1,575	4,5	0,45	4	0,8	4,5	0,45	4,5	1,125	4,40
Certificación RETILAP ante organismo certificador.	4	1,400	5	0,5	5	1	4	0,4	5	1,25	4,55
Entrega a satisfacción del proyecto a interventoría y supervisión.	4,5	1,575	4	0,4	5	1	4,5	0,45	5	1,25	4,68

Fuente. Elaboración propia a partir de consultas a cada directivo de la empresa.

De la anterior calificación presentada en la tabla de juicio de expertos. Cobran relevancia varias conclusiones acerca de los procesos identificados como deficientes. Aun así, se hace necesario realizar un comité conjunto en el cual cada cargo calificador argumenta el porqué de su calificación baja de los procesos con menor puntaje. Al final se concretan opiniones debido a que prácticamente las calificaciones no tienen mucha variación entre cargos.

Dado esto, se identifican dos procesos con calificación deficiente y con la evidencia de que cada uno de los expertos participantes del ejercicio calificaron casi de manera igual ambos procesos.

Los procesos de selección del personal técnico y selección de proveedores obtienen un puntaje de calificación por debajo de “3”. Teniendo en cuenta esto se decide recopilar una memoria argumentativa por cada uno de los expertos tomando como referencia los procesos anteriormente nombrados.

Tabla 10. Memoria argumentativa por cada uno de los expertos.

Memoria Argumentativa sobre calificación baja de procesos		
Procesos identificados	Selección del personal técnico	Selección de proveedores
Gerente General	Se califica en 3 debido a las falencias identificadas en campo sobre el mismo personal técnico.	No se considera eficiente este proceso debido a la cantidad elevada de proveedores para insumos de una misma característica.
Director Administrativo	se expone una calificación baja teniendo en cuenta que la poca disponibilidad de personal calificado en los diferentes municipios.	se percibe falta de claridad sobre los términos de negociación requeridos por la empresa al momento de seleccionar el proveedor.
Director Financiero	los impactos caudados por el sostenimiento de una nómina desfasada temporalmente sobre lo planeado. Nos induce a generar una calificación baja sobre este proceso	La ineficiencia de este proceso se ve reflejado en los altos costos asumidos debido a la no planificación de las compras y deficiente negociación.
Director Jurídico	se califica como un proceso deficiente ya que desde que la firma del acta de inicio en la mayoría de las ocasiones se debe esperar un tiempo bastante largo para contar con el personal técnico	Se asigna una puntuación baja debido a la falta de especificaciones legales por incumplimiento en las negociaciones con los proveedores
Director Técnico	la falta de personal capacitado en cada una de las zonas donde se ejecutan los proyectos, teniendo que desplazar personal de otras ciudades generando sobre costos.	Se califica como bajo debido al incumplimiento por parte de los proveedores en la entrega de insumos para la modernización de acuerdo al cronograma en la orden de compra.

Fuente. Elaboración propia a partir de consultas a cada directivo de la empresa.

Desde cada rol y responsabilidad de expertos de la empresa sobre la cual se hace alusión. Se origina el punto de vista acerca del porqué de la calificación baja sobre los procesos de selección de personal técnico y proveedores. Aunque de lo anterior se percibe un argumento muy breve. A su vez, es totalmente determinante cada punto de vista para comprender y concluir que son estos dos los procesos que conllevan a los retrasos en el proceso global de modernización. Aunque ambos apuntan a la selección y se pueden identificar como procesos

simples, repercuten directamente en procedimientos que son más complejos y que requieren de la garantía en la eficiencia de los dos anteriormente nombrados (selección de proveedores, selección de personal técnico).

Por último, se concluye que a pesar de identificarse la mayor ineficiencia en estos procesos. Dicha precariedad no se debe solamente a ello sino también a la ubicación temporal del proceso, que lleva muchas veces a tenerse que realizar de manera rápida o afanada lo cual lo cual puede llevar a que los encargados incurran en errores de percepción.

6.0 Implementación y desarrollo de herramientas y técnicas del PMI para estandarizar el proceso de modernización del SALP.

Ante las múltiples herramientas y metodologías existentes a lo largo de las 10 áreas del conocimiento y 5 grupos de procesos ofrecidos por la Guía para desarrollo de proyectos (PMBOK), se prioriza sobre la búsqueda de alguna que nos provea la definición y orden de cada uno de los procesos existentes para ejecutar un proceso de modernización.

Teniendo en cuenta lo anterior se identifica principalmente la necesidad de generar una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT), con el fin de organizar adecuadamente los procesos en una secuencia lógica.

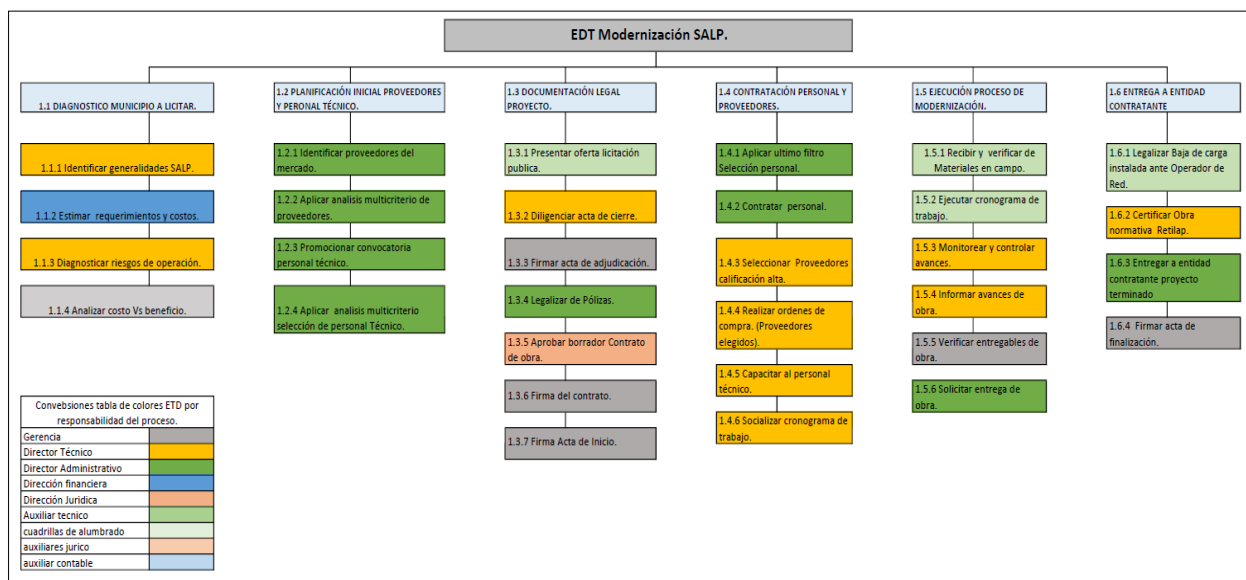
A partir de lo anterior y tomando como base que ya se cuenta con unos procesos secuenciados eficientemente se pretende enfatizar sobre el mejoramiento de los identificados y categorizados como deficientes en el anterior objetivo. Para ello, se abordarán las técnicas de análisis multicriterio tanto para la selección de proveedores como para la selección del personal técnico.

Por último, se hace claridad de que las tres metodologías nombradas anteriormente. Se llevan a la aplicación sobre los procesos de modernización en dos municipios, uno de quinta y otro de sexta categoría. Sobre los cuales se pretende establecer inicialmente el orden generado por la EDT y posterior a ello la aplicación de las técnicas sobre los dos procesos de selección.

6.1 Implementación de la estructura de desglose de trabajo (EDT) para el proceso de modernización del SALP.

Por medio de la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT), se reorganizaron los procesos ya existentes de tal manera que correspondan a una secuencia lógica que no solo garantice la fluidez del proceso como tal sino también que contribuya a la minimización de los tiempos de espera en las transiciones de una operación a otra.

Ilustración 6. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT), para modernización de SALP.



Fuente. Elaboración propia.

Además de esto, se adhieren los análisis multicriterio de selección de proveedores, personal técnico y un trabajo de campo previo a la firma del acta de inicio. Los cuales no fueron bien vistos en un principio por el equipo directivo de la empresa ante las obvias inversiones previas que asumiría la organización sin saber aún si el contrato va ser adjudicado.

Ante las dificultades ya descritas para asumir los tres procesos previos a la firma del acta de inicio, se enfatizó en realizarlo como una prueba sobre los dos municipios de quinta y sexta categoría a modernizar en el futuro más cercano. A partir de esto el equipo directivo accede finalmente a la propuesta y decide que se asuma paso a paso toda la EDT propuesta anteriormente.

Posterior a la aceptación de la EDT como principio fundamental para aplicar en la modernización de los dos sistemas de alumbrado público a desarrollar, se procede a socializarla ante los demás actores

del proceso con el fin de que todos giren en torno a la consecución de los objetivos respetando siempre el paso a paso de dicha estructura y por ende aumentando así el nivel de madurez organizacional.

Después de socializada la EDT ante todos los miembros necesarios se enfatiza sobre la necesidad de ejecutar de manera eficiente los paquetes de trabajo previos a la firma del acta de inicio del contrato.

6.2 Análisis multicriterio para selección de personal técnico.

Para iniciar con el análisis multicriterio en la selección del personal técnico de los dos municipios a modernizar. Se proporcionaron datos por parte del equipo técnico en los cuales se describían las necesidades del personal técnico para desarrollar la modernización en cada localidad.

Para el municipio de quinta categoría el requerimiento fue de una totalidad de 12 técnicos electricistas para conformar 4 cuadrilla. En el caso del municipio de sexta categoría se requirió en total 6 técnicos con el fin de que integraran 2 cuadrillas de trabajo. Teniendo como base lo anterior se procedió con la definición de los criterios más relevantes a tener en cuenta en la selección de dicho personal una vez se definiera la convocatoria.

En total se definieron cinco (5) criterios de decisión tomando como base los conceptos del gerente, Director Técnico y Director Administrativo. Después de ello, se publicó la convocatoria para ambos municipios de los cuales se recibió 37 hojas de vida para el municipio de quinta categoría y 27 para el de sexta categoría.

A partir de lo anterior se efectuó el análisis sobre las hojas de vida recibidas teniendo en cuenta los cinco criterios y la calificación de 1 a 5 en cada uno de ellos. Denotando a su vez, que la calificación mínima de cada hoja de vida sería 5 y la máxima de 25. También, haciendo claridad de que pasarían el primer filtro las hojas de vida que obtuviesen como mínimo un puntaje de 16 unidades.

Clarificado lo anteriormente descrito. A continuación, se ilustran los ejercicios realizados en los dos municipios a los que se hace alusión:

Tabla 11. Matriz de análisis multicriterio para selección de personal en municipio de Quinta categoría.

MATRIZ ANALISIS MULTICRITERIO (SELECCIÓN PERSONAL TÉCNICO).							
Munici pio	Técnico a evaluar	Parámetros de decisión					Total, calificaci ón
		Experie ncia Relacion ada	Habilida des Técnicas	Manejo de herramien tas informátic as	Disponibilid ad de desplazamie nto.	Referencia de s profesiona les.	
	Técnico 1	4	5	2	1	5	17
	Técnico 2	1	1	4	3	5	14
	Técnico 3	3	3	5	5	2	18
	Técnico 4	3	5	2	1	3	14
	Técnico 5	5	2	1	1	1	10
	Técnico 6	4	1	2	1	2	10
	Técnico 7	5	5	3	2	4	19
	Técnico 8	1	2	2	5	4	14
	Técnico 9	1	4	2	3	1	11
	Técnico 10	1	4	3	1	1	10
	Técnico 11	4	3	4	3	3	17
	Técnico 12	5	5	3	3	5	21
	Técnico 13	4	2	4	1	1	12
	Técnico 14	4	2	2	2	5	15
	Técnico 15	4	2	3	5	5	19
	Técnico 16	4	5	3	1	5	18
	Técnico 17	5	3	1	3	4	16
	Técnico 18	4	2	5	1	3	15
	Técnico 19	4	5	3	2	5	19
	Técnico 20	2	2	4	3	2	13
	Técnico 21	5	5	2	5	2	19
	Técnico 22	4	3	1	5	5	18
	Técnico 23	4	2	4	3	3	16
	Técnico 24	5	2	1	5	2	15
	Técnico 25	2	2	3	1	2	10
	Técnico 26	1	4	5	4	1	15
	Técnico 27	2	4	4	1	1	12
	Técnico 28	1	4	4	1	5	15
	Técnico 29	1	3	1	4	5	14
	Técnico 30	1	5	4	4	1	15

Municipio de V categoría

Técnico 31	5	2	4	2	1	14
Técnico 32	3	3	1	2	4	13
Técnico 33	4	4	3	1	4	16
Técnico 34	4	4	4	5	3	20
Técnico 35	2	4	3	5	1	15
Técnico 36	5	2	1	2	4	14
Técnico 37	5	4	3	4	2	18

Fuente. Elaboración propia.

Para el municipio de quinta categoría se procedió a calificar basándose en los cinco criterios definidos (Experiencia relacionada, Habilidades técnicas, manejo de herramientas informáticas, disponibilidad de desplazamiento y referencias profesionales) como se ilustra en la anterior tabla. A partir de ello, se filtraron una totalidad de 15 profesionales los cuales obtuvieron las calificaciones por encima de los 15 puntos. Teniendo en cuenta esto, el paso siguiente fue seleccionar las 10 personas con mayor puntaje y los 5 restantes se dejaron para competir por las 2 vacantes restantes.

Después de la realización de este ejercicio interno sobre el cual se destinó un solo día para que los analistas fijaran los técnicos más opcionados a operar en la modernización del municipio en mención, se pasó al siguiente paquete de trabajo descrito en la EDT. Tomando como base que la contratación dicho personal calificado a través de la herramienta ya mencionada. Solo se podrá contratar una vez se firme el acta de inicio en caso de ganar la licitación pública.

De esta manera se buscó no solamente ganar eficacia en cuanto a la variable tiempo se refiere. Sino también, garantizar una base sólida al momento de elegir las personas que ejecutan lo más importante dentro de todo el proceso global. Que es como tal el reemplazo de las luminarias.

Tabla 12. Matriz de análisis multicriterio para selección de personal en municipio de Sexta categoría.

MATRIZ ANALISIS MULTICRITERIO (SELECCIÓN PERSONAL TÉCNICO).							
Municipio	Técnico a evaluar	Parámetros de decisión					Total, calificación
		Experiencia Relacionada	Habilidades Técnicas	Manejo de herramientas informáticas	Disponibilidad de desplazamiento.	Referencias profesionales.	
Municipio de VI categoría	Técnico 1	3	1	4	1	1	10
	Técnico 2	4	3	4	2	2	15
	Técnico 3	4	4	4	3	3	18
	Técnico 4	3	2	2	1	4	12
	Técnico 5	4	5	4	2	2	17
	Técnico 6	1	5	2	3	4	15
	Técnico 7	2	2	4	2	1	11
	Técnico 8	5	4	3	2	1	15
	Técnico 9	5	2	2	3	1	13
	Técnico 10	2	4	2	1	3	12
	Técnico 11	1	4	2	5	1	13
	Técnico 12	5	3	3	2	4	17
	Técnico 13	1	1	1	4	4	11
	Técnico 14	5	3	4	2	2	16
	Técnico 15	3	5	4	5	1	18
	Técnico 16	2	5	1	1	5	14
	Técnico 17	4	4	5	1	5	19
	Técnico 18	2	2	3	2	2	11
	Técnico 19	1	5	3	3	4	16
	Técnico 20	4	4	2	5	2	17
	Técnico 21	4	5	2	4	2	17
	Técnico 22	2	1	4	1	3	11
	Técnico 23	1	1	3	2	3	10
	Técnico 24	3	3	5	1	2	14
	Técnico 25	5	4	5	5	2	21
	Técnico 26	4	1	5	1	2	13
	Técnico 27	4	1	1	5	3	14

Fuente. Elaboración propia.

En el municipio de sexta categoría al igual que en el de quinta se determinó realizar la calificación teniendo en cuenta los mismos criterios de selección y a partir de esto los resultados

arrojaron un total de 10 profesionales que pasaron el primer filtro. Una vez identificadas estas personas se dejaron fijos 4 técnicos que al igual que en municipio anterior, fueron llamados con el fin de socializar la elección por parte de la empresa y también con el propósito de dar claridad que en caso de ganar licitación pública. Se llevaría a cabo su posterior contratación.

Para las 2 vacantes restantes se decidió realizar segundo filtro con el fin de determinar entre los 6 aspirantes. Los más idóneos según las características propias del sistema a renovar.

6.3 Análisis multicriterio para selección de proveedores.

Con el fin de llevar a cabo este proceso antes de la firma del acta de inicio contractual. Como primer paso se destinaron los profesionales encargados de la gestión de compras para proceder con la recopilación de todos los proveedores existentes en el mercado para tenerlos en cuenta dentro del mismo análisis a realizar posteriormente.

Como resultado de lo anteriormente descrito, se obtuvieron los datos del paquete de trabajo que hace alusión a los requerimientos. Dentro de esta base de datos existen las características de los insumos que se requieren en campo para la modernización de cada SALP municipal. Teniendo en cuenta dichos requerimientos se realizó la pertinente depuración en las bases de datos de los proveedores existentes. Lo cual dio como resultado un total de 14 proveedores que ofertan los insumos solicitados por el equipo técnico.

Para la ejecución del proceso multicriterio sobre los 14 proveedores existentes. Se definieron un total de 5 criterios clave para la elección de los proveedores con mejor adaptación a lo requerido. Dichos parámetros hacen referencia a lo siguiente:

- Calidad de insumos.
- Condiciones de garantía.
- Precio.
- Crédito (formas de pago).

- Tiempos de entrega.

Después de clarificados y expuestos los criterios anteriormente nombrados. Se inicia el estudio de los proveedores por medio de la comunicación directa con los mismos y sus representantes encargados. Lo anterior con el fin de negociar e identificar las fortalezas y debilidades de cada uno de ellos para posteriormente proceder con la debida tabulación de cada una de las calificaciones.

A continuación, se exponen los resultados de cada uno de los 14 proveedores que pasaron la primera depuración o filtro:

Tabla 13. Matriz de análisis multicriterio para selección de proveedores de luminarias LED

MATRIZ ANALISIS MULTICRITERIO (PROVEEDORES).							
Municipio	PROVEEDOR DE LUMINARIAS	Parámetros de decisión					Total, calificación
		Calidad insumos	Condiciones de Garantía	Precio	Crédito	tiempos de entrega	
Marca de Luminarias LED.	ROY ALPHA	5	5	4	4	5	23
	GDS	5	5	3,5	3,5	4	21
	IMPORLED	3,8	4	4	5	4	20,8
	CREE	5	5	3,5	4	3	20,5
	ALUFRAFIC	4,5	3,8	4,1	3,4	4	19,8
	MOONOFF	3,5	4	4	4	4	19,5
	SCHRÉDER	5	5	3	3,2	3	19,2
	CELSA	4,2	4,2	3,4	3	4	18,8
	POLIBRITE	3,5	3	4	3,5	4	18
	SYLVANIA	3,2	3,5	3,8	2,8	4	17,3
	NOVALUME	4,2	4	2,8	2,9	3	16,9
	ARQUILED	5	2,8	2,8	2	3	15,6
	LIC	2,1	2,5	4	3,2	3,2	15
	ECOLINE	2	2	5	1	2	12

Fuente. Elaboración propia.

A partir del análisis del equipo técnico y encargados de la gestión de compras. Se obtuvieron los resultados expuestos en la anterior tabla. A pesar de que la mayoría de los proveedores

analizados pasaron el umbral mínimo requerido de 16 puntos, se escogieron los 3 primeros puntajes para abastecer ambos proyectos a modernizar. Esto teniendo en cuenta de que económicamente es mucho más beneficioso centralizar las compras con la menor cantidad de proveedores posibles con el fin de generar ahorros por cantidades de insumos comprados.

Con la determinación y puesta en marcha de los 3 procesos definidos para la realización y cumplimiento del tercer objetivo específico del presente proyecto. el cual hace referencia sobre la aplicación de técnicas del PMBOK para la modernización de los dos municipios a los que se hace alusión para la implementación del estándar de procesos. Sigue en curso el seguimiento del paso a paso denotado en la EDT. Esto teniendo presente de que finalmente la licitación pública fue adjudicada a la empresa en estudio y por ende la ejecución de la misma se pudo llevar a cabalidad respetando estrictamente el nuevo estándar de trabajo propuesto.

7.0 Análisis de resultados tras la aplicación de plan de mejora en modernización de dos municipios (quinta y sexta categoría).

Con el fin de reflejar los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las metodologías descritas en el anterior numeral. Se definió una serie de procesos necesarios para que la presentación de los mismos tenga una lectura fácil y refleje contundentemente las mediciones producto de la ejecución del nuevo estándar en los dos municipios.

En primer caso, para la resolución del análisis de los resultados. Es necesario, la descripción de las características técnicas de cada uno de los dos municipios bajo análisis para ejecución del estándar. Dicha información es suministrada con el fin de contextualizar sobre las características propias de los sistemas convencionales de ambos municipios para tener en cuenta al momento de modernizarlos. Lo anterior, aclarando que la información a mostrar se basa en el primer paquete de trabajo suministrado por la EDT.

Posteriormente ante la descripción de las generalidades de cada municipio se dará a conocer la medición de tiempos sobre la ejecución de cada paquete de trabajo definido en la estructura de desglose. A partir de ello, se informará acerca de los procesos que se ejecutan paralelamente o con traslajos temporales con el fin de no tomar los tiempos percibidos como una simple suma de los mismos.

Finalizando el análisis se procederá a realizar la respectiva comparación de tiempos de ejecución con respecto a los demás sistemas de alumbrado público descritos en el diagnóstico denotado en el primer objetivo del presente proyecto. Teniendo en cuenta lo anterior se analizarán los datos de utilidad final percibida en comparación con proyectos de características similares para obtener las diferencias y evaluar si finalmente la estandarización presenta resultados favorables teniendo en cuenta las dos variables requeridas (tiempo de ejecución contractual y utilidades percibidas).

7.1 Descripción de generalidades de los dos municipios a modernizar (quinta y sexta categoría).

A partir de la descripción general de los dos municipios ilustrados en la tabla siguiente se realizada a través del estudio de campo previo ejecutado por el equipo técnico encabezado por su director, se perciben datos relevantes como lo son el número de luminarias a renovar en cada municipio, al igual que el estado de postes y redes, utilidades esperadas y cuadrillas requeridas para dar cumplimiento a los tiempos específicos en la oferta de licitación.

Tabla 14. Requerimiento municipios a modernizar.

Requerimiento municipios a modernizar					
Municipio	Luminarias a Modernizar	Estado de Postes y Redes	Tiempo contractual	Utilidad Esperada	Cuadrillas requeridas
Quinta Categoría	2100	Bueno	180 días	\$161.269.252,65	4
Sexta Categoría	789	Bueno	180 días	\$ 81.613.000,00	2

Fuente. Elaboración propia con base a trabajo de campo.

Teniendo en cuenta esto. Se da a conocer la anterior información, la cual se percibe realmente necesaria para llevar a cabo adelantos en los procesos de diseño que se llevan a cabo después de la firma del acta de inicio contractual.

Ante la disponibilidad de dicha información. También se garantiza un enfoque específico al momento de seleccionar el personal requerido teniendo en cuenta ciertas características determinadas por la complejidad de ambos sistemas a renovar.

Tomando como base la información recopilada por el equipo técnico. Se realiza la socialización de la misma ante el grupo interno de interesados para la puesta en marcha de los procesos a desempeñar por cada rol descrito en el primer objetivo del presente proyecto.

7.2 Medición de tiempos de ejecución de paquetes de trabajo de la EDT.

Como parte inicial de este proceso, se opta por plasmar el listado de actividades a desarrollar de acuerdo al seguimiento de los paquetes de trabajo descritos en la estructura estándar. Además de esto, se exponen las precedencias de cada proceso o paquete con el fin de que posteriormente a ello se pueda reflejar la secuenciación lógica de los mismos y finalmente

presentar el tiempo global requerido para la culminación de cada uno de los dos proyectos sobre los cuales se ejecutó el estándar propuesto.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta a continuación la medición realizada y posterior a ello su secuenciación:

Tabla 15. Secuencia y medición de tiempos de ejecución por paquete de trabajo bajo estándar *PMBOK*.

Secuenciación y medición de tiempos de ejecución por paquete de trabajo (municipio quinta y sexta categoría)						
Actividad	Código	Entregable	Paquetes de trabajo	Municipio o Quinta categoría	Municipio o Sexta categoría	Precedencia
A	1.1.1		Identificar generalidades del SALP	5	2	
B	1.1.2	Diagnostico municipio a licitar.	Estimar requerimientos y costos	2	3	(A) CC +2
C	1.1.3		Diagnosticar riesgos de operación	3	2	(B) FC
D	1.1.4		Analizar costo vs beneficio	2	3	(C) FC - 2
E	1.2.1		Identificar proveedores del mercado	5	2	(B) FC
F	1.2.2		Aplicar análisis multicriterio de proveedores	3	2	(E) CC +1
G	1.2.3	Planificación inicial proveedores y personal técnico.	Promocionar convocatoria personal técnico.	5	2	(B) FC
H	1.2.4		Aplicar análisis multicriterio selección de personal Técnico.	3	2	(G) CC +1
I	1.3.1	Documentación legal del proyecto.	Presentar oferta licitación publica	1	2	(H)FC
J	1.3.2		Diligenciar acta de cierre.	1	1	(I) FC

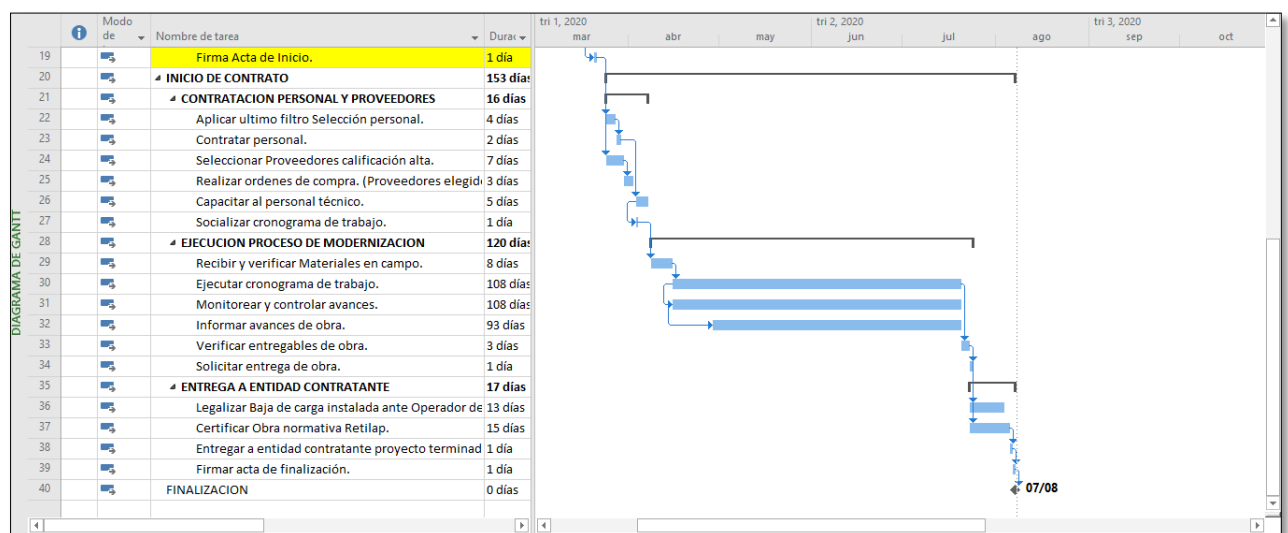
K	1.3.3		Firmar acta de adjudicación.	3	3	(J) FC +5
L	1.3.4		Legalizar de Pólizas.	1	1	(M) FF
M	1.3.5		Aprobar borrador Contrato de obra.	1	2	(K) FC
N	1.3.6		Firma del contrato.	1	1	(L) FC
O	1.3.7		Firma Acta de Inicio.	1	1	(N) CC
P	1.4.1		Aplicar ultimo filtro Selección personal.	5	4	(O) FC + 3
Q	1.4.2		Contratar personal.	2	2	(P) FC
R	1.4.3		Seleccionar Proveedores calificación alta.	5	7	(O) FC +3
S	1.4.4	Contratación personal y proveedores.	Realizar órdenes de compra. (Proveedores elegidos).	2	3	R - FC
T	1.4.5		Capacitar al personal técnico.	6	5	(Q) FC + 5
V	1.4.6		Socializar cronograma de trabajo.	1	1	(T) CC
W	1.5.1		Recibir y verificar Materiales en campo.	8	8	(V) FC +5
X	1.5.2		Ejecutar cronograma de trabajo.	139	108	(W) FC
Y	1.5.3		Monitorear y controlar avances.	139	108	(X) CC
Z	1.5.4	Ejecución proceso de modernización	Informar avances de obra.	124	93	(Y) CC +15
AA	1.5.5		Verificar entregables de obra.	2	3	(X) FC
BB	1.5.6		Solicitar entrega de obra.	1	1	(AA) FC
CC	1.6.1		Legalizar Baja de carga	15	13	(AA) FC

			instalada ante Operador de Red.			
DD	1.6.2		Certificar Obra normativa Retilap.	15	15	(AA) FC
EE	1.6.3	Entrega a entidad contratante	Entregar a entidad contratante proyecto terminado.	1	1	(DD) FC
FF	1.6.4		Firmar acta de finalización.	1	1	(FF) FC

Fuente. Elaboración propia con base a la aplicación del PMBOK.

Como se observa en la anterior tabla, se plasma la medición temporal de cada paquete de trabajo definido a través de la EDT y su aplicación en ambos municipios. Además de eso, se presenta la secuenciación de dichas actividades por medio de precedencias y con el fin de diagramar sus traslajos como se muestra a continuación:

Ilustración 7. Diagrama de Gantt, municipio de quinta categoría, Programado en Microsoft Project.

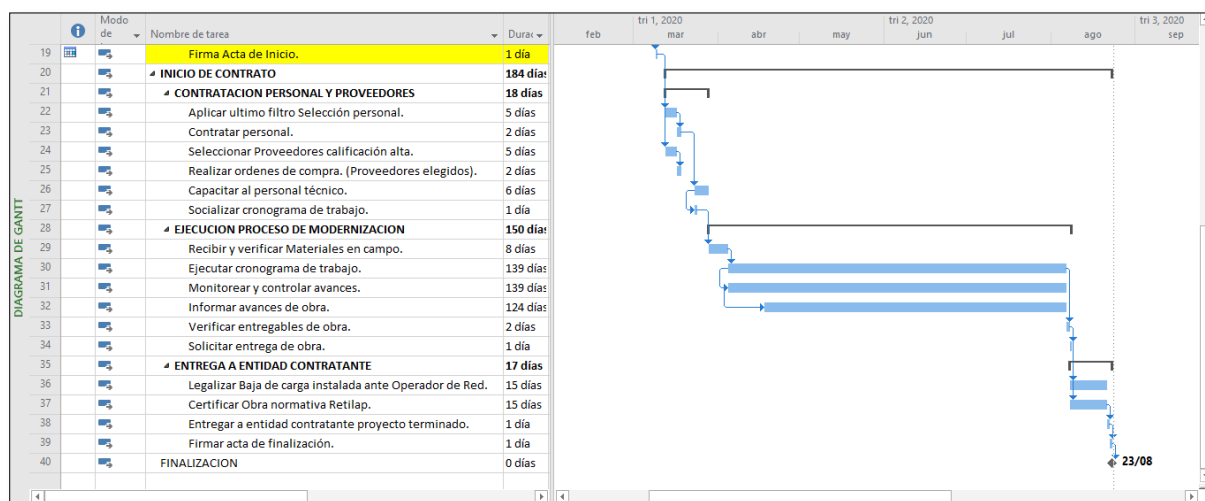


Fuente. Elaboración propia.

Para el municipio de sexta categoría se presenta la medición temporal a partir de la firma del acta de inicio del contrato que es desde donde se tiene el plazo de 180 días para ejecutar el total de la modernización. Teniendo en cuenta esto, se hace claridad que los procesos previos se realizan en un total de 21 días, pero no cuentan dentro de la ejecución contractual.

Tomando como base la anterior ilustración, se evidencia que el total de procesos ejecutados después del inicio del contrato sumó 153 días hasta finalizar toda la modernización y firma de acta de finalización con el ente contratante. Logrando así un resultado más que satisfactorio respecto a los plazos establecidos en el mismo contrato teniendo en cuenta la aplicación de las nuevas metodologías previas al inicio formal de la modernización como tal.

Ilustración 8. Diagrama de Gantt, municipio de sexta Categoría, Programado en Microsoft Project



Fuente. Elaboración propia.

Para el municipio de quinta categoría al igual que el de quinta se logró la ejecución satisfactoria tomando como referencia la variable de tiempo de ejecución contractual establecida. Logrando así firmar el acta de finalización con el ente contratante después de 184 días con respecto a la firma del acta de inicio.

Para los procesos previos definidos en la EDT. El tiempo de ejecución fue de 24 días en total con el fin de garantizar más fluidez en las actividades posteriores. Si tomamos como base lo acordado contractualmente hablando. El proyecto de modernización SALP de quinta categoría presentó un desfase de tan solo 4 días lo cual no repercute negativamente en las utilidades percibidas.

7.3 Comparación y análisis de resultados obtenidos a partir de la aplicación del plan de mejora en los municipios de quinta y sexta categoría.

Tomando como base las mediciones temporales que se expusieron en el anterior numeral. Se priorizará sobre la presentación de datos complementarios que apuntan hacia la segunda variable no mencionada en dicho ejercicio. Las utilidades percibidas a partir de la modernización de cada sistema, juegan un papel relevante al momento de efectuar un análisis comparativo con respecto a los resultados que se obtuvieron en los demás municipios sobre los cuales no era aplicado el estándar. Por ende, a continuación, se reflejarán los distintos valores de interés producto de la aplicación de los procesos adjuntos en la EDT y con el fin de evidenciar las mejoras obtenidas en comparación con los sistemas modernizados en periodos anteriores:

Tabla 16. Resultados por variable en modernización SALP municipios de quinta y sexta categoría.:

Resultados por variable en modernización SALP municipios de quinta y sexta categoría				
Municipio	Luminarias a renovar	Tiempo contractual	Utilidad esperada	Utilidad percibida
Quinta categoría	2100	184	\$161.269.253	\$161.269.254
Sexta categoría	789	153	\$65.500.000	\$81.613.000

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados financieros.

Como se evidencia en la anterior tabla, las utilidades percibidas en ambos municipios se dan de acuerdo a lo esperado e incluso superan las expectativas de la organización tomando como base el municipio de quinta categoría. Esto representa un gran aumento en la eficiencia de los procesos teniendo como referencia los resultados de la mayoría de las modernizaciones ejecutadas por la empresa en periodos anteriores.

A continuación, se evidenciará la comparación de resultados entre los dos municipios modernizados por medio de la aplicación del estándar propuesto y los municipios expuestos en el diagnóstico de los procesos actuales abordado en el desarrollo del primer objetivo del presente documento. Para ello, se tomarán los sistemas que sean similares a cada uno de los dos municipios renovados bajo la nueva metodología.

Tabla 17. Comparativo de resultados municipio de sexta categoría, donde se aplicó el estándar vs donde se realizó de forma tradicional.

Comparación resultados municipios sexta Categoría					
Municipio	Luminarias	Plazo Contractual	Días de ejecución	Utilidad Esperada	Utilidad Percibida
Municipio de sexta categoría donde se aplicó el estándar	789	180	153	\$ 65.500.000	\$ 81.613.000
Municipio 1 sin estándar	834	120	150	\$ 5.500.000	\$ 41.580.000
municipio 2 sin estándar	769	180	240	\$ 68.812.533	\$ 1.012.270

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados financieros.

Para el municipio de sexta categoría comparando los resultados con sus similares. Se obtiene que a partir de la aplicación del nuevo estándar se logró la finalización del proceso global antes del plazo establecido contractualmente. Además, se percibe una utilidad mayor a la esperada. Situación que no es evidente bajo la aplicación de los procesos llevados a cabo en los otros dos municipios de similares características. A pesar que el municipio 2 se le da un

plazo contractual mucho menor que el de quinta categoría, se perciben días de ejecución similares al de sexta categoría, pero teniendo en cuenta que se excede sobre el tiempo contractual en gran proporción por no realizar un trabajo previo que garantizara el requerimiento de cuadrilla óptimo para ejecutar dicho contrato en los 120 días de plazo. Es decir, que a pesar de que se tenía menos días de plazo en comparación con el municipio de quinta categoría, se hubiese podido planificar de una mejor manera para cumplir dicho periodo con el robustecimiento de las cuadrillas con las que se terminó ejecutando la modernización.

Tabla 18. Comparativo de resultados municipio de quinta categoría, donde se aplicó el estándar vs donde se realizó de forma tradicional.

Comparación resultados municipios quinta categoría					
Municipio	Luminarias	Plazo Contractual	Días de ejecución	Utilidad Esperada	Utilidad Percibida
Municipio de Quinta categoría donde se aplicó el estándar	2100	180	184	\$ 161.269.253	\$161.269.253
Municipio 1 sin estándar	2984	180	270	\$ 286.844.708	\$183.580.613
municipio 2 sin estándar	2725	180	330	\$ 266.333.947	\$130.823.235

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados financieros.

Con el efecto de la anterior comparación expuesta con municipios similares al de quinta categoría, se evidencia la gran mejoría en cuanto a los tiempos de ejecución del contrato y utilidad percibida al final del ejercicio. A pesar de que los municipios con los que se compara tienen un mayor número de luminarias a renovar. se presentan inconsistencias por la no planificación de las cuadrillas necesarias por medio de un diagnóstico inicial sobre el municipio a renovar.

Teniendo en cuenta lo anterior se percibe una notoria mejoría analizando las variables de utilidades percibidas en comparación con los dos municipios en cuestión. Dichos datos dejan un balance satisfactorio sobre los procesos aplicados como propuesta estándar en el presente documento.

8. Conclusiones

Teniendo en cuenta los resultados una vez aplicadas las diferentes metodologías planteadas, se puede determinar que es viable la aplicación e implementación de herramientas y técnicas del PMI para estandarizar los diferentes procesos de modernización de alumbrado público en municipios similares, por medio de la aplicación de mejoras en la estructura de desglose de trabajo EDT, análisis multicriterio para la selección de personal técnico idóneo y análisis para la selección adecuada y acertada de los diferentes proveedores se logró una mejoría en el cumplimiento de los tiempos de modernización y en la percepción de utilidad esperada, incluso superando las expectativas.

La aplicación de los estándares planteados permitió tener una acertada selección del personal, mejorando los tiempos de instalación, lo que genero un ambiente de trabajo favorable para lograr cumplir con los tiempos contractualmente establecidos en los contratos.

Con la configuración adecuada de la EDT para el proceso de modernización, se logró identificar y entender el trabajo en las etapas tempranas del proyecto, etapa que la empresa no tenía claramente identificado este proceso, ya que generalmente en este tipo de contratación existe una alta incertidumbre, de igual forma entender áreas donde la organización tenía un conocimiento limitado.

Con el análisis de proveedores, se logró garantizar que al momento de generar las órdenes de compra estas se acompañaran de un cronograma de entrega. esto conlleva a que los insumos llegaran a tiempo y cumpliendo con la calidad esperada, lo que beneficio a que en ningún momento el equipo técnico en campo tuviera deficiencia de insumos para modernizar.

Se logro que para el municipio de quinta categoría se tuvieran los beneficios económicos de utilidad esperados, para el caso del de sexta se logró un beneficio adicional del 24.6% de lo esperado que equivale a \$16.113.000.

9. Recomendaciones

Se recomienda a la organización que se siga implementado el estándar aquí planteado, esto con el fin de tener claro el alcance de los futuros proyectos de modernización y garantizar el éxito de estos. De igual forma se recomienda comenzar a implementar en todas las áreas de la organización todos los estándares en la gestión de proyectos definidos en el PMBOK.

10. Trabajos futuros

En el marco de poder desarrollar posibles trabajos de investigación futuros, tomando como base el presente documento, se evidencia la existencia de diversas líneas de investigación que quedan abiertas y que sería muy recomendable seguir trabajando, desde lo económico, administrativo, jurídico entre otros aspectos fundamentales de los sistemas de alumbrado público.

Con el animo de plantear algunos futuros trabajos se proponen algunos temas específicos para apoyar y mejorar el modelo y metodología propuestos. Entre los posibles trabajos futuros se destacan:

- Realizar un estudio técnico para determinar los costos de modernización a tecnología led de una ciudad intermedia de Colombia como Pereira, que aún tiene más del 90% de luminarias de alumbrado público en sistemas obsoletos de tecnología de sodio, y cuál sería el impacto en el ahorro económico de hacerlo para las administraciones locales.
- Desarrollo de un plan de estandarización para modernizar, administrar, operar y mantener en optimas condiciones un municipio de primera categoría.
- Implementar nuevas propuestas basados en la gestión estratégica de proyectos para el suministro de energía en sistemas de alumbrado público, baso en acumuladores, compra en bolsa y contratos bilaterales que permitan administrar bajo el estándar PMBOK.

Bibliografía

- Andrade, A. M., Del Rio, C. A., & Alvear, D. L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Información Tecnológica*, 30, 83-94. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718076420190003000> 83
- Ballesteros, S. p., Ballesteros, R. D., & Bernal, L. M. (2006). UNA FORMA PRÁCTICA PARA HACER PLANEACIÓN ESTRATÉGICA LOGÍSTICA. *Scientia et Technica*, 279-284. Obtenido de [file:///C:/Users/JUAN%20CARLOS/Downloads/Dialnet-UnaFormaPracticaParaHacerPlaneacionEstrategicaLogi-4832386%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/JUAN%20CARLOS/Downloads/Dialnet-UnaFormaPracticaParaHacerPlaneacionEstrategicaLogi-4832386%20(2).pdf)
- Britto, A. R., Mejía, D. G., & Caballeros, V. J. (14 de Junio de 2007). Programación de la producción en sistemas de manufacturación tipo taller con el algoritmo combinado cuello de botella móvil y Búsqueda de tabú. 203-224. Obtenido de file:///C:/Users/JUAN%20CARLOS/Downloads/gmartinezacosta,+930_04_IyU_11_2_Britto.pdf
- Castillo, C. J., Fagua, F. M., & Jiménez, A. A. (2017). *Estandarización de procesos en una compañía dedicada a la construcción y remodelación de obras*. Bogotá D.C. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/4975>
- Cely, G. I., & Letrado, F. C. (2019). *Revisión del alumbrado público inteligente LED*. Bogota D.C. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11349/16330>
- Cely, I., & Letrado, C. (2019). Revisión del alumbrado público Inteligente LED. (*Tesis Maestría*). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Diez, J., & Abreu, J. L. (2009). *Impacto de la capacitación interna en la productividad y estandarización de procesos productivos: un estudio de caso (Impact of internal training in productivity and standardization of productive processes: a case study)*. Obtenido de <https://philpapers.org/rec/DIEIDL>
- Duque, E. G. (2020). *Eje Cafetero retrospectiva y prospectiva del desarrollo*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://alejandria->

d.unal.edu.co/xmlui/bitstream/handle/123456789/143/Eje_Cafetero_-
_retrospectiva_y%20prospectiva_del_desarrollo..pdf

García, S. F. (15 de Mayo de 2006). La Gestión de Cadenas de Suministros.: *Visión General* , 53-62.

Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545874007.pdf>

González, M. E., Velandia, A. F., & López, S. L. (2018). *Proyecto modernización tecnológica Centro de convenciones*. Bogotá D.C. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10901/15924>

Henao, A. J. (2008). *ESTANDARIZACIÓN Y MEJORA DE CONSUMOS DE MATERIALES EN LÍNEA DE ENVASADO DE LA PLANTA ALPICAL*. Santiago de Cali. Obtenido de <https://red.uao.edu.co/handle/10614/6830>

Hernández, S. B. (Enero de 2012). LA SELECCIÓN DE PERSONAL, ALGUNAS CONSIDERACIONES FRENTE A SUS PRÁCTICAS. *Semestre Economico*, 15(31), 173-186. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165024299007>

Hinestroza, S. A., Mora, H. P., & Gómez, C. A. (2021). *Estudio de prefactibilidad para la modernización del sistema de alumbrado público en el municipio de Abejorral, Antioquia*. Medellín . Obtenido de <http://repositorio.esumer.edu.co/jspui/handle/esumer/2591>

Jiménez, H. C., & Castellanos, D. O. (2006). *Herramientas de planeación estratégica para el direccionamiento de procesos de divulgación científica*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Claudia-Jimenez-Hernandez/publication/257448972_Herramientas_de_planeacion_estrategica_para_el_direccionamiento_de_procesos_de_divulgacion_cientifica/links/5610315408

Ley 617. (6 de octubre de 2000). Clasificación municipios del territorio Nacional, congreso de la republica. Bogotá, Colombia .

López, G. J. (Julio de 2010). LA SELECCIÓN DE PERSONAL BASADA EN COMPETENCIAS Y SU RELACIÓN CON LA EFICACIA ORGANIZACIONAL. *PERSPECTIVAS*, 129-152. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425941230007>

- MinEnergía Decreto 2424. (18 de 07 de 2006). Decreto 2424 de 2006. *por el cual se regula la prestación del servicio de alumbrado público*. Bogotá DC. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=20707&dt=S>
- Monsalve, R. J. (2019). *Aplicación de la guía PMBOK 6ed en la planificación de la construcción de viviendas tipo (VIS) en el municipio de Valdivia (Antioquia), con materiales ecológicos WPC*. Bogota D.C. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10983/23413>
- Ochoa, F., Quintero, R. S., & Botero, L. J. (2002). *El sector eléctrico colombiano : orígenes, evolución y retos o un siglo de desarrollo, 1882-1999*. Bogotá DC : Interconexión Eléctrica S.A.
- Pacheco Tovar, K. L. (2020). *Reactivación integral de espacios públicos en el Barrio Cuba en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil .
- Pacheco, M. A., Pupo, F. J., & Parra, O. E. (29 de abril de 2019). Criterios para la selección de proveedores en el sector camaronero ecuatoriano. *Espacios*, 7-18. Obtenido de <http://www.revistaespacios.com/a19v40n14/a19v40n14p07.pdf>
- Pérez, P. J., & Merino, M. (2014). *Definiciones*. Obtenido de <https://definicion.de/indicador-de-gestion/>
- Perez, P. R., & Mican, S. A. (14 de Julio de 2016). Impacto de la volatilidad de los activos financieros en los portafolios de inversión. *Ingenierías USBMed*, 21-47. Obtenido de <https://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/1808/2384>
- Res. CREG 123 . (08 de 09 de 2011). Resolución CREG 123 de 2011. Bogotá DC, colombia: Comisión Reguladora de Energía y Gas. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/c2081b22df5fd51e0525791e007d7ba9/\\$FILE/Creg123-2011.pdf](chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/c2081b22df5fd51e0525791e007d7ba9/$FILE/Creg123-2011.pdf)
- Restrepo, R. C., Arenas, P. D., & Cortes, J. J. (2015). *ANALISIS DE VIABILIDAD DE RENOVACION TECNOLOGICA DE UNA ISP*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/ha>

ndle/10823/675/ANALISIS%20DE%20VIABILIDAD%20DE%20RENOVACION....pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ríos Mesías, M. A., & Ramos López, G. A. (2015). *Cambio de tecnología del alumbrado público en la ciudad de Tunja desde una perspectiva técnica y económica*. Bogota DC. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1992/17211>
- Robles, G. P., & Del Carmen, R. M. (14 de febrero de 2015). La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. *Nebrija*, 1-16. Obtenido de https://www.nebrija.com/revista-linguistica/files/articulosPDF/articulo_55002aca89c37.pdf
- Sanchez, M. A., & Jimenez, H. B. (2013). *Diseño de alumbrado público de la Calle 26 de Bogotá D.C. Con bombilla LED*. Bogota DC. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_electrica/38
- Sarache, C. W., Castrillón, G. Ó., & Ortiz, F. L. (16 de Junio de 2009). Selección de proveedores: una aproximación al estado del arte. (U. N. Colombia, Ed.) *Cuad. Adm Bogotá*, 145-167. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cadm/v22n38/v22n38a08.pdf>
- Tejada, D. N., Víctor, G. S., & Isabel, P. M. (2017). METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TIEMPO Y MOVIMIENTO; INTRODUCCIÓN AL GSD. *investigación y pensamiento crítico*, 39-49. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.17993/3comp.2017.especial.39-49/>>
- Torcat, m. O. (26 de enero de 2020). *Gestiopolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/diccionario-administracion-empresas/>
- Velasco Gómez, J. S. (2018). *DSpace Principal Trabajos de grado Facultad de Ingeniería Ingeniería Eléctrica Ver ítem*. Bogotá D.C. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11349/13844>